



SKRIPSI – ME-141501

**KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS KONVERSI
DUAL FUEL DIESEL ENGINE BERBAHAN BAKAR
LIQUIFIED NATURAL GAS PADA KAPAL
PENUMPANG ANTAR PULAU DI INDONESIA**

Esqy Dhiya'ul Fuady
NRP 4212 100 082

Dosen Pembimbing
Dr. I Made Ariana, S.T., M.T
NIP. 197106101995121001

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – ME-141501

***TECHNICAL AND ECONOMIC ANALISYS FOR THE
CONVERSION OF DUAL FUEL DIESEL ENGINE
FUELLED BY LIQUIFIED NATURAL GAS ON THE
PASSENGER SHIPS IN INDONESIA***

Esqy Dhiya'ul Fuady
NRP 4212 100 082

Supervisor
Dr. I Made Ariana, S.T., M.T
NIP. 197106101995121001

Department of Marine Engineering
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS KONVERSI DUAL FUEL DIESEL ENGINE BERBAHAN BAKAR LIQUIFIED NATURAL GAS PADA KAPAL PENUMPANG ANTAR PULAU DI INDONESIA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Power Plan (MPP)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

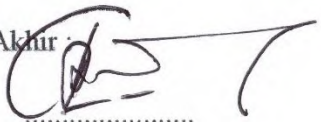
Oleh :

Esqy Dhiya'ul Fuady

Nrp. 4212 100 082

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr. I Made Ariana, S.T., M.T



SURABAYA

27 JULI, 2016

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS KONVERSI
DUAL FUEL DIESEL ENGINE BERBAHAN BAKAR
LIQUIFIED NATURAL GAS PADA KAPAL
PENUMPANG ANTAR PULAU DI INDONESIA**

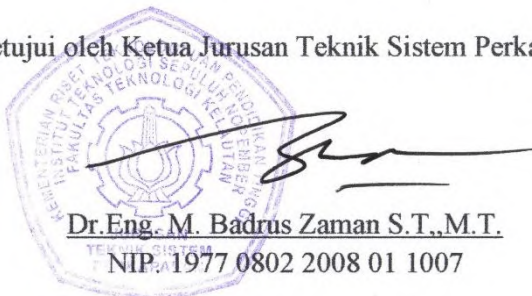
SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Power Plan* (MPP)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Esqy Dhiya'ul Fuady
NRP. 4212 100 082

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :


Dr. Eng. M. Badrus Zaman S.T., M.T.
NIP. 1977 0802 2008 01 1007

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

**KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS KONVERSI
DUAL FUEL DIESEL ENGINE BERBAHAN BAKAR
LIQUIFIED NATURAL GAS PADA KAPAL
PENUMPANG ANTAR PULAU DI INDONESIA**

Nama Mahasiswa : Esqy Dhiyaul Fuady
NRP : 4212 100 082
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Dr. I Made Ariana,S.T., M.T.

ABSTRAK

Liquefied Natural Gas (LNG) merupakan salah satu bahan bakar gas yang dapat menjadi harapan baru menjawab alternative energy di Indonesia, serta untuk mengurangi penggunaan minyak bumi yang semakin menipis. Selain sebagai energi alternatif pengganti solar, LNG dapat menghemat biaya operasional bahan bakar mencapai 20 – 25 %. Pada penyusunan tugas akhir ini akan menganalisa secara teknis mesin *dual fuel* hasil konversi pada kapal PELNI. Data - data yang diperlukan dalam tugas akhir ini meliputi *General Arrangement, Engine Room Layout, Engine Spesification, SFOC*, dll. Terdapat beberapa komponen yang harus ditambahkan pada modifikasi *dual fuel diesel engine*, antara lain : LNG Tank, *Heat exchanger*, pompa kriogenik dan *converter kit*. Terdapat pengurangan *space container* dikarenakan peletakan LNG ISO tank pada *cargo hold*. Analisa ekonomi dilakukan dengan memvariasikan harga bahan bakar yaitu HSD subsidi dan HSD non Subsidi, serta harga LNG 8 USD, 9 USD, 10 USD, 11 USD DAN 12 USD.

Kisaran investasi untuk modifikasi *dual fuel* sebesar 16 – 18 Milyar. Hasil yang didapat dari variasi HSD subsidi dan LNG 8 USD yaitu NPV Rp. 10,428,551,686,58,-, IRR 21.09 % dan *payback periode* pada tahun ke 4.

Kata Kunci : Diesel Engine, Dual fuel, HSD, Konversi, LNG

**TECHNICAL AND ECONOMIC ANALISYS FOR THE
CONVERSION OF *DUAL FUEL DIESEL ENGINE*
FUELLED BY *LIQUIFIED NATURAL GAS* ON THE
PASSENGER SHIPS IN INDONESIA**

Name : Esqy Dhiya'ul Fuady
NRP : 4212 100 082
Department : Marine *Engineering*
Advisor : Dr. I Made Ariana ,S.T., M.T.

ABSTRACT

Liquefied natural gas (LNG) is the one of gas fuel that can be expected for the alternative energy in Indonesia. And also LNG can reduce the using of fuel oil that more decreasing. LNG can get 20 - 25 % fuel operational cost saving. This final project will analyze technically the modification of dual fuel diesel engine on the passenger ships. The supporting data that required are General Arrangement, Engine Room Layout, Engine Specification, SFOC, and etc. the are many components that have to be added for the modification, such as : LNG Tank, Heat exchanger, Cryogenic pump, and converter kit. There is some container losses caused by LNG ISO tank, because the LNG ISO tank located at the cargo hold. N Economic analysis, fuel oil and gas fuel cost will be varied. Rp. 5150 and Rp 8724 per liter for HSD cost. 8 USD, 9 USD, 10 USD, 11 USD and 12 USD/mmbtu for LNG cost. Capital cost to modificate the engine is 16 – 18 Billion. The result based on Rp. 5150 – LNG 8 USD variation are NPV Rp. 10,428,551,686,58,-, IRR 21.09 % and the invstation get the payback periode in 4 years.

Keywords : Dual fuel, Conversion, LNG, HSD, Diesel Engine

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GRAFIK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
3.1 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
3.1 Teori Penunjang.....	5
3.1.1 LNG sebagai bahan bakar kapal.....	5
3.1.2 Dual fuel Conversion.....	6
3.1.3 Penggunaan Converter kit	7
3.1.4 Shell and Tube Heat exchanger	8
3.1.5 Kajian Ekonomis	10
3.2 Studi Hasil Penelitian Sebelumnya.....	12
BAB III METODE PENELITIAN	15

3.1 Studi Literatur	15
3.2 Pengambilan Data Kapal.....	15
3.3 Perencanaan Modifikasi Sistem Permesinan	15
3.4 Analisa Sistem	16
3.5 Analisa Ekonomis	16
3.6 Kesimpulan	16
BAB IV ANALISA & PEMBAHASAN	19
4.1 Analisa & Perencanaan Teknis.....	19
4.1.1 Penentuan kapal yang akan Dikonversi.....	19
4.1.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan bakar	22
4.1.3 Perhitungan Heat exchanger.....	39
4.1.4 Perhitungan pompa Kriogenik.....	45
4.1.5 Teknis Komponen Tambahan.....	46
4.2 Analisa Ekonomis.....	54
4.2.1 Analisa Ekonomis KM. Gunung Dempo.....	55
4.2.2 Analisa Ekonomis KM. Labobar	60
4.2.3 Analisis Ekonomis KM. Dobonsolo.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 KESIMPULAN	69
5.2 Saran.....	70
BIODATA PENULIS.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 P&ID untuk LNG	7
Gambar 2. 2 Shell and Tube Heat exchanger	9
Gambar 3. 1 Flow chart Metodologi Penelitian	17
Gambar 4. 1 KM. Dobonsolo	19
Gambar 4. 2 KM. Gunung Dempo	20
Gambar 4. 3 KM. labobar	21
Gambar 4. 4 Spesifikasi Pompa Kriogenik	46
Gambar 4. 5 Danteco ISO Tank	47
Gambar 4. 6 Side View Peletakan Tangki LNG KM. Dobonsolo	48
Gambar 4. 7 Top View Peletakan Tangki LNG KM. Dobonsolo	48
Gambar 4. 8 Side View Peletakan Tangki LNG KM. Gunung Dempo	49
Gambar 4. 9 Top View Peletakan Tangki LNG KM. Gunung Dempo	50
Gambar 4. 10 Side View Peletakan Tangki LNG KM. Labobar	51
Gambar 4. 11 Top View Peletakan Tangki LNG KM. Labobar	51
Gambar 4. 12 Injection Control System	53
Gambar 4. 13 Bi Fuel Governor Econ.....	53
Gambar 4. 14 Engine control unit	54
Gambar 4. 15 Comap knocking detector	54

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan kelebihan dan kekurangan LNG	5
Tabel 4. 1 General Information KM. Dobonsolo	20
Tabel 4. 2 General Information KM. Gunung Dempo	21
Tabel 4. 3 General Information KM. Labobar	22
Tabel 4. 4 Rute Perjalanan KM. Dobonsolo.....	23
Tabel 4. 5 Spesifikasi Mesin	24
Tabel 4. 6 Konsumsi Bahan Bakar Total KM. Dobonsolo.....	24
Tabel 4. 7 Konsumsi Bahan Bakar per jam KM. Dobonsolo	25
Tabel 4. 8 Konsumsi Bahan Bakar HSD setiap Perjalanan KM. Dobonsolo	25
Tabel 4. 9 Konsumsi bahan bakar KM.Dobonsolo menggunakan rasio 40:60	27
Tabel 4. 10 Konsumsi bahan bakar KM. Dobonsolo menggunakan rasio 50:50.....	28
Tabel 4. 11 Konsumsi bahan bakar KM. dobonsolo menggunakan rasio 30:70	29
Tabel 4. 12 Rute Perjalanan KM. Gunung Dempo	30
Tabel 4. 13 Spesifikasi Mesin	30
Tabel 4. 14 Konsumsi Bahan Bakar Total KM. Gunung dempo	31
Tabel 4. 15 Konsumsi Bahan Bakar per jam KM. Gunung dempo	31
Tabel 4. 16 Konsumsi bahan bakar setiap perjalanan KM. Gunung Dempo	32
Tabel 4. 17 Konsumsi bahan bakar KM.Gunung Dempo menggunakan rasio 50:50.....	33
Tabel 4. 18 Konsumsi bahan bakar KM.Gunung Dempo menggunakan rasio 40:60.....	33
Tabel 4. 19 Konsumsi bahan bakar KM.Gunung Dempo menggunakan rasio 30:70.....	34
Tabel 4. 20 Rute Perjalanan KM. Labobar.....	35
Tabel 4. 21 Spesifikasi Mesin	36
Tabel 4. 22 Konsumsi Bahan Bakar Total KM.Labobar.....	36

Tabel 4. 23 Konsumsi Bahan Bakar per jam KM.Labobar	36
Tabel 4. 24 Konsumsi bahan bakar Setiap Perjalanan KM. labobar	36
Tabel 4. 25 Konsumsi bahan bakar KM.Labobar menggunakan rasio 50:50	37
Tabel 4. 26 Konsumsi bahan bakar KM.Labobar menggunakan rasio 40:60	38
Tabel 4. 27 Konsumsi bahan bakar KM.Labobar menggunakan rasio 30:70	39
Tabel 4. 28 Kapasitas Minimum Pompa	45
Tabel 4. 29 Biaya Operasional Bahan Bakar HSD KM. Gunung Dempo	55
Tabel 4. 30 Biaya Operasional Bahan Bakar Dual fuel KM. G.dempo	56
Tabel 4. 31 Biaya Modifikasi Dual fuel KM. Gunung Dempo ...	57
Tabel 4. 32 Biaya Operasional Bahan Bakar HSD KM. Labobar	60
Tabel 4. 33 Biaya Operasional Bahan Bakar Dual fuel KM.Labobar	61
Tabel 4. 34 Biaya Modifikasi Dual fuel KM. Labobar	62
Tabel 4. 35 Biaya Operasional Bahan Bakar HSD KM. Dobonsolo	64
Tabel 4. 36 Biaya Operasional Bahan Bakar Dual fuel KM. Dobonsolo	65
Tabel 4. 37 Biaya Modifikasi Dual fuel KM. Dobonsolo	66

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Grafik payback periode KM. Gunung dempo.....	59
Grafik 4. 2 Grafik payback periode KM. Labobar	64
Grafik 4. 3 Grafik payback periode KM. Dobonsolo	68

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Pelayaran Nasional Indonesia adalah menyediakan jasa angkutan transportasi laut yang meliputi jasa angkutan penumpang dan jasa angkutan muatan barang antar pulau. Saat ini perusahaan mengoperasikan 28 unit armada kapal penumpang yang diklasifikasi berdasarkan kapasitas jumlah penumpang, , diantaranya : Kapal tipe 3.000 pax, tipe 2.000 pax, tipe 1.000 pax, tipe 500 pax, tipe Ro-Ro (Roll on - Roll off) dan 1 unit kapal ferry cepat dengan kapasitas seluruhnya berjumlah 36.913 penumpang.

Berdasarkan data, saat ini PELNI menggunakan BBM untuk operasional kapal laut miliknya sekitar 33,4 juta liter per bulan. Salah satu upaya yaitu mengembangkan sumber-sumber alternative dalam rangka mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM), telah menjadi agenda penting pemerintah yang dituangkan pada Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006, tentang Kebijakan Energi Nasional. Kebijakan tersebut diterjemahkan dalam bentuk upaya pemberdayaan sumber-sumber energi yang ada. Penggunaan bahan bakar gas (BBG) sebagai sumber energy merupakan salah satu upaya yang banyak dilakukan untuk menggantikan bahan bakar minyak. Oleh karena itu, pada tanggal 3 September 2015 PT Pelni, PT ASDP Indonesia dan PT PGN menandatangani nota kesepakatan penggunaan gas bumi bagi armada transportasi laut (*Kementrian ESDM, 2015*)

Liquefied Natural Gas (LNG) adalah gas alam yang dicairkan dengan didinginkan hingga mencapai suhu -160°C pada tekanan 1 atm. Untuk bisa memanfaatkan LNG sebagai bahan bakar pengganti solar maka perlu dibangun fasilitas dan infrastruktur yang baik meliputi moda transportasi, teknologi penyimpanan, maupun teknologi *converter kit* sehingga LNG bisa digunakan untuk menggantikan solar pada mesin disel yang ada.

Berdasarkan *cost saving analysis*, penggunaan *dual fuel* (*Diesel* dan LNG) pada mesin, yaitu memanfaatkan LNG pada mesin *diesel* dapat menghasilkan penghematan sebesar 20-25% bila dibandingkan dengan menggunakan *single fuel* saja dengan solar. Maka dari itu, Perlu dilakukan kajian secara teknis lebih lanjut mengenai modifikasi sistem bahan bakar *dual fuel engine* untuk diaplikasikan ke kapal PELNI.

1.2 Perumusan Masalah

Dari permasalahan yang sudah dijelaskan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Menentukan komponen tambahan modifikasi sistem bahan bakar pada *dual fuel diesel engine*.
2. Bagaimana perbandingan konsumsi bahan bakar *dual fuel diesel engine* dengan *single fuel* disel engine
3. Bagaimana analisa secara ekonomis modifikasi *dual fuel diesel engine*

1.3 Batasan Masalah

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai masalah yang dibahas dalam penelitian ini maka diberikan batasan masalah berikut :

1. Kapal yang akan dijadikan objek penelitian adalah kapal milik PT. PELNI, antara lain KM Dobonsolo, KM Gunung Dempo dan KM Labobar.
2. Penelitian yang dilakukan hanya untuk mendesain sistem bahan bakar untuk mendukung kerja dari *main engine*
3. Tinjauan ekonomis hanya sebatas pada kebutuhan bahan bakar gas dan bahan bakar minyak

1.4 Tujuan

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui komponen tambahan modifikasi sistem bahan bakar pada *dual fuel diesel engine*.
2. Mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar *dual fuel diesel engine* dengan *single fuel diesel engine*
3. Menganalisa secara ekonomis modifikasi *dual fuel diesel engine*

3.1 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui desain modifikasi sistem bahan bakar pada konversi bahan bakar minyak ke bahan bakar gas pada kapal PT. PELNI
2. Sebagai gambaran kepada perusahaan tentang perbandingan konsumsi bahan bakar setelah dan sebelum konversi
3. Sebagai rekomendasi kebijakan perusahaan dalam mempertimbangkan aspek ekonomis dalam konversi *dual fuel diesel engine* bagi .

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Teori Penunjang

3.1.1 LNG sebagai bahan bakar kapal

Gas alam merupakan bahan bakar yang paling potensial untuk menggantikan bahan bakar fosil. Dalam kehidupan sehari – hari gas alam sudah banyak dimanfaatkan untuk memasak, bahan bakar industri, dan bahan bakar kendaraan. Gas alam yang banyak digunakan saat ini yaitu LNG (*Liquified Natural Gas*) dan CNG (*Compressed natural Gas*). Hasil pembakarannya yang ramah lingkungan dan jauh dari emisi polutan berbahaya menjadi salah satu pertimbangan dalam pemilihan LNG sebagai bahan bakar.

Berikut ini merupakan kelebihan dan kekurangan dari penggunaan LNG sebagai bahan bakar mesin kapal :

Tabel 2. 1 Perbandingan kelebihan dan kekurangan LNG

No	Kelebihan	Kekurangan
1	<i>Tank Storage Space</i> lebih sedikit	Instalasi terlalu rumit
2	<i>Density</i> bahan bakar lebih baik	Menjaga temperature dan tekanan LNG ke mesin cukup kompleks

3	<i>Storage tank</i> tidak terlalu berat	Biaya perawatan kriogenik part yang mahal
		Bahan bakar menguap di dalam tanki
		Biaya perawatan lebih mahal daripada CNG

(Sumber : J.E. Sinor, 1991)

Dari tabel 3.1 dapat diketahui bahwa bahan bakar LNG cocok digunakan karena ruang untuk tanki tidak terlalu besar, dan berat dari tanki yang relatif ringan sehingga tidak menambah LWT kapal secara signifikan.

3.1.2 *Dual fuel Conversion*

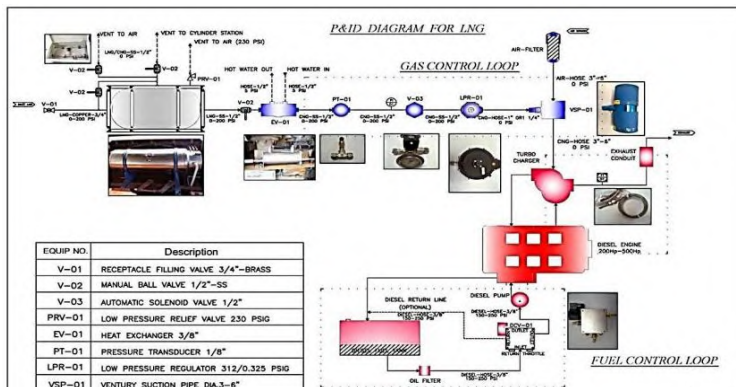
Diesel bahan bakar ganda atau *Diesel Dual fuel* (DF) adalah mesin *diesel* konvensional yang ditambahkan bahan bakar lain pada masukkan udaranya dan penyalaan bahan bakar dilakukan oleh semprotan solar yang disebut *pilot fuel*.

Berdasarkan dari (*JFE Technical Report.2014*), dalam proses konversi *dual fuel diesel engine*, terdapat komponen – komponen yang harus diganti atau dimodifikasi. Komponen tambahan untuk menunjang fuel gas system antara lain gas *engine*, gas piping, shut-off valve, fuel gas pressure regulator, gas filter, dll. Sedangkan untuk komponen *engine* yang harus dimodifikasi antara lain

system dari manifold bahan bakar gas dan gas valve dari setiap silinder.

3.1.3 Penggunaan Converter kit

Berdasarkan kajian yang dilakukan (Santoso,2014). Untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar industri dan kendaraan, masyarakat perlu diperkenalkan dengan *converter kit technology*. *Converter kit* merupakan perangkat atau alat tambahan untuk mengkonversi mesin *diesel* dari *single fuel* menjadi *dual fuel*. Berikut ini merupakan skema dari *converter kit* :



Gambar 2. 1 P&ID untuk LNG
(Sumber : Santoso,Nurhadi.2014)

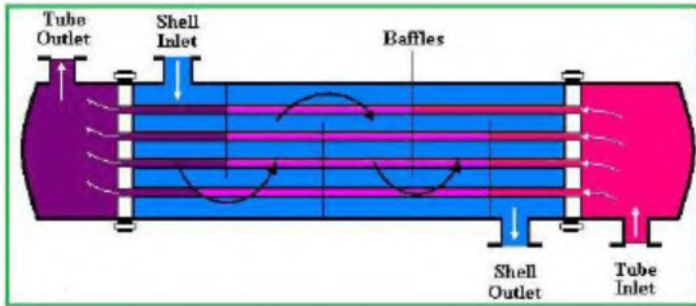
Prinsip kerja dari konverter kit yaitu dengan menghisap LNG dari *ventury tube* yang dilalui oleh udara dan LNG untuk kemudian dicampur dengan solar didalam ruang bakar. Solar disini hanya sebagai penyalaan bahan bakar atau disebut *pilot fuel*. Mesin awalnya beroperasi menggunakan bahan bakar solar sampai dengan RPM tertentu. Pada saat RPM dinaikkan maka kebutuhan udara

akan bertambah. Udara tambahan akan masuk melalui *ventury* (VSP-01) yang menghisap gas LNG yang berasal dari LNG *fuel tank*.

LNG yang berasal dari LNG *fuel tank* dilalui dengan *heat exchanger* untuk menaikkan temperatur kemudian tekanan gas LNG diatur dengan *pressure transducer* agar dapat disesuaikan dengan udara yang akan masuk *ventury* sebelum menuju *diesel engine* untuk kemudian masuk kedalam ruang bakar bersama dengan *diesel/solar*. *Diesel/solar* masih dibutuhkan sebagai campuran bahan bakar karena untuk menjaga temperatur ruang bakar, karena temperature bakar LNG lebih tinggi (645°C) daripada *diesel* (427°C). (Santoso, 2014)

3.1.4 Shell and Tube Heat exchanger

Shell and tube heat exchanger adalah alat pemindah panas yang terdiri dari bagian *shell* dan didalamnya berisi bagian *tube* yang jumlahnya banyak. Dalam desain STHE, yang perlu didesain adalah luas permukaan perpindahan panas, yang nantinya akan dirubah menjadi jumlah pipa sesuai dengan potongan pipa yang digunakan. Banyaknya pipa yang didapat dari hasil perhitungan, harus disesuaikan dengan jumlah pipa yang standard, dan selanjutnya dievaluasi baik perpindahan panasnya maupun penurunan tekanan.



Gambar 2. 2 Shell and Tube Heat exchanger

Berbeda dengan *Double Pipe Heat Exchanger*, pada STHE, Δt yang digunakan setelah ada factor koreksi temperature (F_t), sehingga Δt dihitung menggunakan persamaan (3-1).

$$\Delta t = F_t \cdot \Delta T_m \dots\dots\dots(2-1)$$

Sedangkan

$$\Delta T_m = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} \dots\dots\dots(2-2)$$

Dimana F_t adalah factor koreksi suhu, yang dapat dicari dari gambar 14 sampai gambar 18, dengan terlebih dahulu mencari harga R dan S , menggunakan persamaan (2-3) dan (2-4).

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_1 - t_2} \dots\dots\dots(2-3)$$

$$S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} \dots\dots\dots (2-4)$$

Harga Ft sekaligus menggambarkan tipe STHE yang cocok untuk digunakan. Penentuan tipe STHE didasarkan pada harga Ft, yaitu :

- a. Tipe HE 1-2, apabila harga Ft > 0,75
- b. Tipe HE 2-4 dan seterusnya, apabila Ft > 0,9

Untuk menentukan diameter dan jumlah *tube* pada *heat exchanger* yaitu dengan menggunakan persamaan berikut.

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta t} \dots\dots\dots (2-5)$$

Dimana :

- A = Heat Transfer Area (m²) (ft²)
 Q = Heat Transfer rate (kJ/h) (Btu/h)
 U = Overall Heat Transfer Coefficient
 (Kj/h.m².°C) (Btu/hr.°F)
 ΔT_m = Log mean temperatur difference (°C) (°F)
 $Nt = \frac{A}{a'' \cdot L} \dots\dots\dots (2-6)$

3.1.5 Kajian Ekonomis

Kajian ekonomis (*feasible study*) dalam suatu sitem perlu dilakukan karena dapat menjadi pertimbangan suatu perusahaan untuk berinvestasi. Terdapat beberapa indikator

dalam melakukan suatu kajian ekonomis, diantaranya adalah NPV, IRR, dan Payback Period.

a. *Net Present Value*

Selisih antara present value dari investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih di masa yang akan datang.

$NPV > 0$ (nol) \rightarrow usaha/proyek layak (feasible) untuk dilaksanakan

$NPV < 0$ (nol) \rightarrow usaha/proyek tidak layak (feasible) untuk dilaksanakan

$NPV = 0$ (nol) \rightarrow usaha/proyek berada dalam keadaan BEP

Persamaan 1 merupakan rumus untuk menghitung NPV.

$$NPV = -C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_T}{(1+r)^T} \dots\dots(2-7)$$

Sumber :

(www.financeformulas.net/Net_Present_Value.html, 4 Januari 2016)

b. *Internal Rate of Return (IRR)*

Metode untuk mengevaluasi tingkat kelayakan suatu proyek investasi dengan memasukan nilai waktu atas arus kas yang akan masuk pada masa yang akan datang.

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 + NPV_2} (i_2 - i_1) \dots\dots\dots(2-8)$$

Sumber : (Handout Kriteria Investasi FEM IPB)

Jika IRR lebih besar dari modal maka proyek tersebut bisa dilaksanakan, sedangkan jika IRR lebih rendah dari

modal maka proyek tersebut tidak layak untuk dikerjakan.

3.2 Studi Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian tentang penggunaan LNG sebagai bahan bakar alternatif sebenarnya sudah banyak dilakukan. berdasarkan penelitian dari (*Brachetti, 2010*) yang mengkaji keuntungan penggunaan teknologi *dual fuel (diesel and natural gas)* dari segi ekologis dan ekonomi, sedangkan objek penelitiannya yaitu pada bus dan kapal *ferry*. Hasilnya yaitu *Fuel Cost Reduction* dari mesin *dual fuel* mencapai 15 % sampai 20 %. Sedangkan jika dilihat emisi yang dihasilkan, *dual fuel* lebih ramah lingkungan. Penggunaan LNG sebagai bahan bakar akan mengurangi kadar CO₂ sebesar 10 – 15 %, mengurangi PM 60 % dan NOx lebih dari 90 %.

Pada penelitian yang dilakukan (*Kraipat, 2013*) yang membahas tentang performa dan juga gas emisi gas buang yang dihasilkan. Dari penelitian tersebut diperoleh kombinasi maksimal konsumsi bahan bakar LNG adalah sebesar 77,90 % saat utaran 1300 rpm. Konsumsi bahan bakar pada *dual fuel disel engine* lebih sedikit daripada *single fuel*.

Penelitian tentang aplikasi *natural gas* pada *diesel engine* juga dilakukan oleh (*Abu bakar.,dkk*) dengan judul *Application of Natural Gas for Internal Combustion Engines*. Dari penelitian tersebut didapat prosentase gas pada campuran bahan bakar dapat mencapai 50 – 75 %. Salah satu pembahasannya mengenai perbandingan

konsumsi bahan bakar pada mesin *diesel*. *Indicated Specific Consumption (ISFC)* dari *natural gas* paling rendah mencapai 199.593 g/KWh pada 2500 rpm. Eksperimen tersebut divariasikan pada berbagai putaran. Untuk putaran diatas 2500 rpm, ISFC dari *natural gas* semakin meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa *dual fuel diesel engine* tidak cocok untuk mesin putaran tinggi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (*Mulyatno, 2011*) dengan judul Kajian Eksperimental Unjuk Kerja *Dual fuel Engine* Hasil Modifikasi Dari *Diesel Engine*. Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan mesin *diesel* DongHeng ZS-1100 dengan tiga putaran mesin yang berbeda yaitu 1000rpm, 1250 rpm dan 1500 rpm. Hasilnya, penggunaan LPG secara *dual fuel* mampu menggantikan konsumsi solar hingga 71% dari konsumsi solar seluruhnya selama satu jam. Komposisi LPG yang dihasilkan mencapai lebih dari 60% dari total pemakaian bahan bakar saat *dual fuel*. Kecepatan dan jarak tempuh saat menggunakan solar seluruhnya mencapai 5% lebih tinggi dibandingkan *dual fuel*. Daya dan torsi saat menggunakan *dual fuel* mencapai 9,8 % lebih tinggi dibandingkan solar seluruhnya. Penggunaan *dual fuel* mampu mengurangi biaya operasional penangkapan ikan hingga 24,6%, namun dengan waktu tempuh 1,3% lebih lama dari solar seluruhnya. Efisiensi propulsi solar seluruhnya 6% lebih besar dibandingkan efisiensi propulsi *dual fuel*.

Penelitian berjudul *MDO and LNG as Fuels (Duel Fuel) to Support ustainable Maritime Transport (A Case Study in KM. Ciremai)* oleh (*Rochyana, dkk. 2014*).

berdasarkan penelitian tersebut mencari *cost efficiency* dari pengoperasian KM. Ciremai. Hasilnya yaitu menggunakan LNG dan MDO dengan perbandingan 60% dan 40% dapat mencapai *cost efficiency* sebesar 18,71 %. Jika dengan perbandingan 80% dan 20%, *cost efficiency* sebesar 24,02 %. Dan jika menggunakan 100 % LNG dapat mencapai 97,8 %.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metodologi dalam bab ini menjelaskan semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan permasalahan dalam tugas akhir. Gambar 3.1 merupakan diagram alir metodologi penelitian yang akan digunakan.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan awal untuk mencari segala informasi mengenai pengerjaan tugas akhir informasi tersebut dapat berupa pengertian dan metode pengerjaan masalah studi literature dilakukan dengan cara mengkaji standard, paper, buku – buku, terkait judul tugas akhir.

3.2 Pengambilan Data Kapal

Pengambilan data dilakukan secara langsung pada kapal KM. Gunung Dempo, KM. Labobar dan KM. Dobonsolo. Beberapa data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain *Engine Room Layout*, Spesifikasi mesin, konsumsi bahan bakar, P&ID dari sistem bahan bakar.

Engine room layout diperlukan untuk mengetahui peletakan setiap komponen permesinan, sehingga dapat menjadi pertimbangan dari peletakan komponen tambahan untuk mesin *dual fuel*. Spesifikasi mesin merupakan informasi dasar yang harus diketahui sebelum memodifikasi. Dalam spesifikasi mesin pasti terdapat konsumsi bahan bakar, informasi tersebut yang akan digunakan untuk dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar setelah dimodifikasi.

3.3 Perencanaan Modifikasi Sistem Permesinan

Dalam proses konversi *dual fuel diesel engine*, terdapat beberapa modifikasi dari equipment pada *diesel* konvensional. Hal yang paling utama dalam mengkonversi menjadi *dual fuel diesel engine* adalah memodifikasi *diesel engine* dan memasang

komponen *converter kit*. *Converter kit* merupakan perangkat atau alat tambahan untuk mengkonversi mesin *diesel* dari *single fuel* menjadi *dual fuel*.

Pada tahap ini akan didesain komponen apa saja yang akan ditambahkan seperti *Heat exchanger* dan pompa kriogenik.

3.4 Analisa Sistem

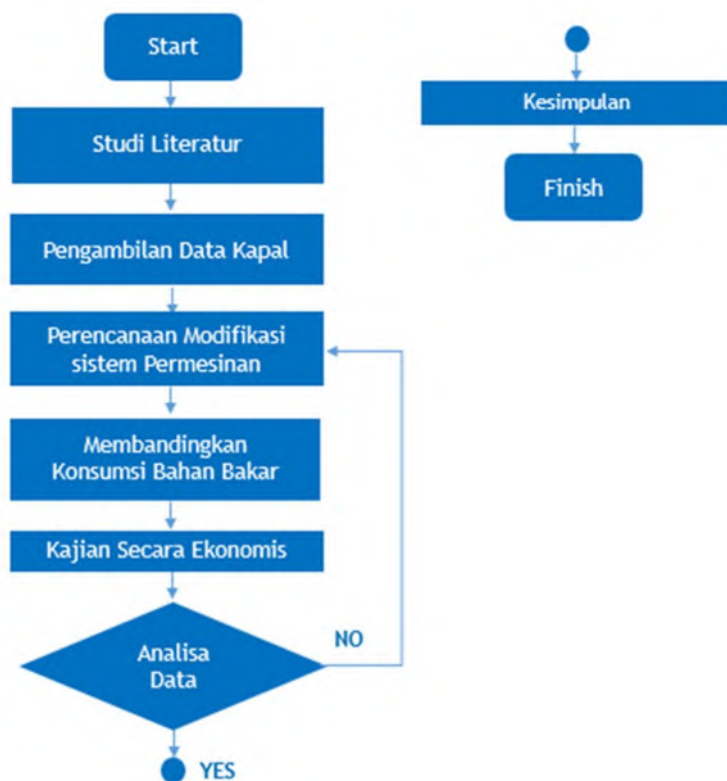
Pada bagian analisa data dilakukan analisa dari data – data yang telah diperoleh dari hasil konversi mesin *diesel* konvensional menjadi mesin *diesel dual fuel*. serta untuk menjawab pertanyaan yang mendasari penelitian ini yaitu bagaimana desain yang optimal untuk konversi mesin *diesel dual fuel*. Dan juga untuk menghitung kebutuhan bakar gas ataupun HSD.

3.5 Analisa Ekonomis

Selanjutnya akan dilakukan penghitungan biaya operasional bahan bakar berdasarkan konsumsi bahan bakar setiap kapal. Dari data tersebut akan dicari NPV, IRR dan *payback periode* dengan beberapa variasi harga.

3.6 Kesimpulan

Di tahap ini telah dapat dilakukan penarikan kesimpulan dan jawaban dari permasalahan yang mendasari penelitian ini.



Gambar 3. 1 Flow chart Metodologi Penelitian

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISA & PEMBAHASAN

4.1 *Analisa & Perencanaan Teknis*

4.1.1 **Penentuan kapal yang akan Dikonversi**

Pada kajian ini, yang akan dijadikan objek penelitian adalah kapal – kapal milik PT. Pelayaran Nasional Indonesia. PT. PELNI sendiri memiliki 28 armada kapal penumpang yang diklasifikasi berdasarkan kapasitas jumlah penumpang, , diantaranya : Kapal tipe 3.000 pax, tipe 2.000 pax, tipe 1.000 pax, tipe 500 pax, tipe Ro-Ro (Roll on - Roll off) dan 1 unit kapal ferry cepat. Adapun beberapa pertimbangan dalam pemilihan kapal.

- a. Berdasarkan kapasitas penumpang
- b. Berdasarkan rute kapal, hal ini akan menentukan pelabuhan *bunkering* LNG
- c. Berdasarkan usia kapal

Berdasarkan kriteria tersebut, maka dipilih tiga kapal sebagai objek penelitian konversi BBM ke BBG, yaitu KM. Dobonslo, KM. Gunung Dempo dan KM. Labobar

4.1.1.1 **KM. Dobonsolo**



Gambar 4. 1 KM. Dobonsolo

Sumber : <http://www.salehhusin.net/news/horreee-km-Dobonsolo-layani-warga-rote-ndao/>

Tabel 4. 1 General Information KM. Dobonsoło

Ships Name	KM. DOBONSOLO
Dock Building	Jos L. Meyer, Pepenburg, Germany
Year Built	1992
IMO Number	9032147
Call Sign	YEVX
Type	2000 Pax
LOA	146.50 m
LPP	130.00 m
Breadth	23,400 m
Draught	5,89 m
Gross Tonnage	14,581 GT
DWT	3200 ton
Service Speed	20 Knot
Main engine	2 unit Krupp-MAK 6M601C spec. 6400kw/428rpm
Aux. Engine	4 Unit Daihatsu 6DL24 spec. 882 kw/750rpm

4.1.1.2 KM. Gunung Dempo



Gambar 4. 2 KM. Gunung Dempo

Sumber : https://www.fleetmon.com/vessels/km-gunung-dempo_9401324_13475/

Tabel 4. 2 General Information KM. Gunung Dempo

Ships Name	KM. Gunung Dempo
Dock Building	Jos L. Meyer, Pepenburg, Germany
Year Built	2008
IMO Number	9401324
Call Sign	YBMG
Type	2000 Pax
LOA	147,00 m
LPP	130,00 m
Breadth	23,40 m
Draught	5,90 m
Gross Tonnage	14,030 GT
DWT	4,026 ton
Service Speed	20 Knot
Main engine	2 unit MAK-Caterpillar 6M43 spec. 6000kw/500rpm
Aux. Engine	4 Unit Yanmar 6N21L-EV spec. 750 kw/750rpm

4.1.1.3. KM. Labobar



Gambar 4. 3 KM. labobar

Sumber: http://www.meyerwerft.de/en/meyerwerft_de/

Tabel 4. 3 General Information KM. Labobar

Ships Name	KM. Labobar
Dock Building	Jos L. Meyer, Pepenburg, Germany
Year Built	2003
IMO Number	9281542
Call Sign	YHKN
Type	3000 Pax
LOA	146,50 m
LPP	130,00 m
Breadth	23,40 m
Draught	5,90 m
Gross Tonnage	15200 GT
DWT	3350 ton
Service Speed	20 Knot
Main engine	2 unit MAK-Caterpillar 9M43 spec. 8400kw/500rpm
Aux. Engine	4 Unit MAK-Caterpillar 6M20 spec. 1140 kw/1000rpm

4.1.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan bakar

Perhitungan kebutuhan bahan bakar ini bertujuan untuk membandingkan kebutuhan bahan bakar minyak dan bahan bakar gas dalam satu *roundtrip*. Selain itu, perhitungan ini digunakan untuk acuan dalam penentuan jumlah *LNG Tank*.

Dalam perhitungan ini akan divariasikan rasio dari BBM dan BBG. Rasinya antara lain 50:50, 40:60 dan 30:70. Rasio tersebut divariasikan berdasarkan spesifikasi *converter kit* yaitu dapat mereduksi mereduksi BBM sebesar 60 – 90 %.

Parameter dalam perhitungan kebutuhan bahan bakar adalah sebaga berikut :

a. Main Engine Power

Daya dan jumlah main engine sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Sesuai kapal yang telah dipilih,

semuanya menggunakan 2 *main engine*. Untuk spesifikasinya bias dilihat di sub bab sebelumnya

b. SFOC

Bahan bakar yang digunakan pada kapal pelni yaitu *High Speed Diesel (HSD)*. Untu konsumsi bahan sangat tergantung pada SFOC mesin tersebut

c. Bunkering

Pelabuhan bunkering berpengaruh pada *endurance* kapal. Semakin jauh pelabuhan *bunkering*, maka semakin besar kebutuhan bahan bakarnya. Oleh karena itu, sebelum menghitung kebutuhan bahan bakar harus ditentukan dahulu pelabuhan tempat *bunkering*.

4.1.2.1 Perhitungan kebutuhan bahan bakar KM. Dobonsolo

Sebelum menghitung kebutuhan bahan bakar, harus ditentukan dulu pelabuhan *bunkering*. Penentuan pelabuhan bunkering setiap kapal disesuaikan dengan rute kapal tersebut. Tabel 4.4 menunjukan rute perjalanan KM. Dobonsolo selama berlayar, sandar dan olah gerak dalam satuan jam :

Tabel 4. 4 Rute Perjalanan KM. Dobonsolo

Pelabuhan	KODE PERJALANAN	Rute	Layar	Sandar	OG
Tanjung Priok				27	
Surabaya	TPR-SUB	402	22	6	0.68
Makassar	SUB-MKS	449	26	6	0.68
Bau-bau	MKS-BAU	236	14	3	0.68
Sorong	BAU-SOR	613	36	4	0.68
Manokwari	SOR-MNW	227	15	3	0.68
Jayapura	MNW-JYP	435	27		0.68
Jayapura	SANDAR			7	

Manokwari	JYP-MNW	435	27	1	0.68
Sorong	MNW-SOR	227	15	4	0.68
Bau-bau	SOR-BAU	613	36	3	0.68
Makassar	BAU-MKS	236	14	6	0.68
Surabaya	MKS-SUB	449	26	6	0.68
Tanjung Priok	SUB-TPR	402	23		0.68

Ket : Huruf tebal merupakan pelabuhan *bunkering*
 Spesifikasi mesin :

Tabel 4. 5 Spesifikasi Mesin

	Main Engine	Auxillary Engine
Engine	MaK	Daihatsu
Type	6M601C	6DL-19
Power	8585 HP	1183 HP
	6400 kw	882 kw
SFOC	187 g/KwH	217 g/KwH
Jumlah	2	4

Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar KM. Dobonsolo, kita mengacu pada *engine logbook data*. Pada data tersebut merupakan rekapitan konsumsi bahan bakar dalam satu *round trip* atau selama dua minggu. Pembagian waktunya yaitu 276.34 jam berlayar, 8.11 jam olah gerak dan 51.15 jam bersandar. Untuk konsumsi bahan bakarnya sebagai berikut

Tabel 4. 6 Konsumsi Bahan Bakar Total KM. Dobonsolo

	layar	Olah Gerak	Sandar
Main Engine	427.431 L	18.398 L	-
Aux. Engine	76.832 L	7.355 L	23.228 L

Setelah itu konsumsi bahan bakar dikonversi ke ton/jam untuk mengetahui konsumsi bahan bakar per jam

Tabel 4. 7 Konsumsi Bahan Bakar per jam KM. Dobonsolo

	Layar	Olah Gerak	Sandar
Main Engine	1.31 ton/jam	1.93 ton/jam	-
Aux. Engine	0.24 ton/jam	0.77 ton/jam	0.39 ton/jam
Jumlah	1.55 ton/jam	2.70 ton/jam	0.39 ton jam

Setelah itu, nilai konsumsi bahan bakar per jam tersebut akan menjadi acuan dalam penghitungan konsumsi bahan bakar setiap perjalanan kapal. Sebagai contoh perjalanan Tanjung priok - Surabaya dengan waktu layar 22 jam, olah gerak 0.68 jam dan 6 jam sandar.

$$W_{\text{Layar}} = 1.55 \text{ (ton/jam)} \times 22 \text{ jam}$$

$$W_{\text{Layar}} = 34.12 \text{ ton}$$

$$W_{\text{og}} = 270 \text{ (ton/jam)} \times 0.68 \text{ jam}$$

$$W_{\text{og}} = 1.82 \text{ ton}$$

$$W_{\text{Sandar}} = 0.39 \text{ (ton/jam)} \times 0.39$$

$$W_{\text{Sandar}} = 2.32 \text{ ton}$$

Berikut ini hasil perhitungan selengkapnya

Tabel 4. 8 Konsumsi Bahan Bakar HSD setiap Perjalanan KM. Dobonsolo

Pelabuhan	KODE	Rute	Layar	Sandar	OG	FOC(TON)			
						Layar	OG	Sandar	Total
Tanjung Priok				27				10.42	10.42
Surabaya	TPR-SUB	402	22	6	0.68	34.12	1.82	2.32	38.26
Makassar	SUB-MKS	449	26	6	0.68	40.33	1.82	2.32	44.47
Bau-bau	MKS-BAU	236	14	3	0.68	21.72	1.82	1.16	24.69
Sorong	BAU-SOR	613	36	4	0.68	55.84	1.82	1.54	59.20
Manokwari	SOR-MNW	227	15	3	0.68	23.27	1.82	1.16	26.25
Jayapura	MNW-JYP	435	27		0.68	41.88	1.82	0.00	43.70

Jayapura	SANDAR			7		0.00	0.00	2.70	2.70
Manokwari	JYP-MNW	435	27	1	0.68	41.88	1.82	0.39	44.09
Sorong	MNW-SOR	227	15	4	0.68	23.27	1.82	1.54	26.63
Bau-bau	SOR-BAU	613	36	3	0.68	55.84	1.82	1.16	58.82
Makassar	BAU-MKS	236	14	6	0.68	21.72	1.82	2.32	25.85
Surabaya	MKS-SUB	449	26	6	0.68	40.33	1.82	2.32	44.47
Tanjung Priok	SUB-TPR	402	23		0.68	35.67	1.82	0.00	37.50

Dari data diatas akan digunakan untuk menghitung kebutuhan bahan bakar minyak dan bahan bakar gas menggunakan rasio yang telah ditentukan.

Terlebih dahulu dicari nilai kalor dari *engine*. Jika diketahui LHV_{hsd} sebesar 42.8 MJ/Kg (*Units&Conversions fact, MIT*) dan konsumsi bahan bakar didapat dari Tabel 4.6. sebagai contoh menggunakan rute Tanjung Priok - Surabaya

$$Q_{engine} = Fuel\ Consumption \times LHV_{hsd}$$

(Ariffah Fitriana, 2014)

$$Q_{engine} = 1000 \times 38.26 \times 42.8$$

$$Q_{engine} = 1637593.00 \text{ MJ}$$

Dari nilai kalor dari *engine* dapat divariasikan rasio BBM dan BBG. Pada perhitungan ini akan dirasioikan sebesar 40% HSD dan 60% LNG.

$$Q_{40\%HSD} = Q_{engine} \times 40\%$$

$$Q_{40\%HSD} = 1637593.00 \times 40\%$$

$$Q_{40\%HSD} = 655037.2 \text{ MJ}$$

Dari nilai 655037.2 MJ dapat diketahui massa dari bahan bakar yang digunakan.

$$Massa_{40\%HSD} = \frac{Q_{40\%HSD}}{LHV_{hsd}}$$

$$Massa_{40\%HSD} = \frac{655037.2}{42.8}$$

$Massa_{40\%HSD} = 15.3 \text{ Ton}$ atau 18005.42 Liter

Dengan cara yang sama dapat diketahui massa dari LNG yang digunakan, Dengan LHV LNG sebesar 50.81 MJ/Kg (*Units&Conversions fact, MIT*).

$$Massa_{60\%LNG} = \frac{Q_{60\%LNG}}{LHV_{LNG}}$$

$$Massa_{60\%LNG} = \frac{982555.8}{53.2}$$

$Massa_{60\%LNG} = 18.47 \text{ Ton}$ atau 35.52 m³

dari perhitungan diatas, KM. Dobonsolo untuk perjalanan Tanjung priok – Surabaya, jika menggunakan *dual fuel diesel engine* dengan rasio 40:60 didapatkan konsumsi bahan bakar sebesar 18.47 ton HSD dan 35.52 m³ LNG.

Dengan perhitungan dan cara yang sama, maka dapat diketahui kebutuhan bahan bakar HSD dan LNG untuk setiap perjalanan dengan variasi rasio yang berbeda – beda. Tabel 4.9 merupakan hasil dari Perhitungan jika disajikan dengan tabel. Kebutuhan bahan bakar

Tabel 4. 9 Konsumsi bahan bakar KM.Dobonsolo menggunakan rasio 40:60

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO						
		40 HSD			60 LNG			
		MJ	TON	LITER	MJ	TON	mmBtu	m3
Tanjung Priok	446059.34	178423.74	4.17	4904.45	267635.60	5.03	273.48	9.67
Surabaya	1637593.00	655037.20	15.30	18005.42	982555.80	18.47	1004.03	35.52
Makassar	1903136.72	761254.69	17.79	20925.09	1141882.03	21.46	1166.84	41.28
Bau-bau	1056943.41	422777.37	9.88	11621.15	634166.05	11.92	648.02	22.92
Sorong	2533954.59	1013581.84	23.68	27860.96	1520372.76	28.58	1553.60	54.96
Manokwari	1123329.34	449331.74	10.50	12351.06	673997.61	12.67	688.73	24.36
Jayapura	1870398.36	748159.34	17.48	20565.13	1122239.01	21.09	1146.76	40.57
Jayapura	115645.01	46258.01	1.08	1271.52	69387.01	1.30	70.90	2.51
Manokwari	1886919.07	754767.63	17.63	20746.77	1132151.44	21.28	1156.89	40.93

Sorong	1139850.06	455940.02	10.65	12532.71	683910.04	12.86	698.86	24.72
Bau-bau	2517433.88	1006973.55	23.53	27679.32	1510460.33	28.39	1543.47	54.60
Makassar	1106505.56	442602.22	10.34	12166.09	663903.34	12.48	678.41	24.00
Surabaya	1903136.72	761254.69	17.79	20925.09	1141882.03	21.46	1166.84	41.28
Tanjung Priok	1604854.64	641941.85	15.00	17645.46	962912.78	18.10	983.96	34.81

Tabel 4. 10 Konsumsi bahan bakar KM. Dobonsolo menggunakan rasio 50:50

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)				FUEL RASIO			
		50 HSD			50 LNG			
		MJ	TON	LITER	MJ	TON	mmBtu	m3
Tanjung Priok	446059.34	223029.67	5.21	6130.56	223029.67	4.19	227.90	8.06
Surabaya	1637593.00	818796.50	19.13	22506.78	818796.50	15.39	836.69	29.60
Makassar	1903136.72	951568.36	22.23	26156.36	951568.36	17.89	972.36	34.40
Bau-bau	1056943.41	528471.71	12.35	14526.44	528471.71	9.93	540.02	19.10
Sorong	2533954.59	1266977.30	29.60	34826.20	1266977.30	23.82	1294.67	45.80
Manokwari	1123329.34	561664.67	13.12	15438.83	561664.67	10.56	573.94	20.30
Jayapura	1870398.36	935199.18	21.85	25706.41	935199.18	17.58	955.64	33.81
Jayapura	115645.01	57822.51	1.35	1589.40	57822.51	1.09	59.09	2.09
Manokwari	1886919.07	943459.54	22.04	25933.47	943459.54	17.73	964.08	34.10
Sorong	1139850.06	569925.03	13.32	15665.89	569925.03	10.71	582.38	20.60
Bau-bau	2517433.88	1258716.94	29.41	34599.15	1258716.94	23.66	1286.22	45.50
Makassar	1106505.56	553252.78	12.93	15207.61	553252.78	10.40	565.34	20.00
Surabaya	1903136.72	951568.36	22.23	26156.36	951568.36	17.89	972.36	34.40
Tanjung Priok	1604854.64	802427.32	18.75	22056.83	802427.32	15.08	819.96	29.01

Tabel 4. 11 Konsumsi bahan bakar KM. dobonsolo menggunakan rasio 30:70

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)				FUEL RASIO			
		30 HSD			70 LNG			
		MJ	TON	Liter	MJ	TON	mmBtu	m3
Tanjung Priok	446059.34	133817.80	3.13	3678.33	312241.54	5.87	319.07	11.29
Surabaya	1637593.00	491277.90	11.48	13504.07	1146315.10	21.55	1171.37	41.44
Makassar	1903136.72	570941.02	13.34	15693.82	1332195.71	25.04	1361.31	48.16
Bau-bau	1056943.41	317083.02	7.41	8715.86	739860.39	13.91	756.03	26.74
Sorong	2533954.59	760186.38	17.76	20895.72	1773768.22	33.34	1812.53	64.12
Manokwari	1123329.34	336998.80	7.87	9263.30	786330.54	14.78	803.51	28.42
Jayapura	1870398.36	561119.51	13.11	15423.85	1309278.85	24.61	1337.89	47.33
Jayapura	115645.01	34693.50	0.81	953.64	80951.51	1.52	82.72	2.93
Manokwari	1886919.07	566075.72	13.23	15560.08	1320843.35	24.83	1349.71	47.75
Sorong	1139850.06	341955.02	7.99	9399.53	797895.04	15.00	815.33	28.84
Bau-bau	2517433.88	755230.16	17.65	20759.49	1762203.71	33.12	1800.71	63.70
Makassar	1106505.56	331951.67	7.76	9124.56	774553.89	14.56	791.48	28.00
Surabaya	1903136.72	570941.02	13.34	15693.82	1332195.71	25.04	1361.31	48.16
Tanjung Priok	1604854.64	481456.39	11.25	13234.10	1123398.25	21.12	1147.95	40.61

4.1.2.1 Perhitungan kebutuhan bahan bakar KM. Gunung Dempo

Perhitungna konsumsi bahan bakar pada KM. Gunung Dempo sama dengan perhitungan sebelumnya. Sebelum menghitung kebutuhan bahan bakar, harus ditentukan dulu pelabuhan *bunkering*. Tabel 4.12 menunjukkan rute perjalanan KM. Gunung Dempo selama berlayar, sandar dan olah gerak dalam satuan jam.

Tabel 4. 12 Rute Perjalanan KM. Gunung Dempo

Pelabuhan	KODE	Rute	Layar	Sandar	OG
Tanjung Priok	Sandar			18.00	
Surabaya	TPR-SUB	402.00	22.00	3.00	0.85
Makassar	SUB-MKS	350.00	26.00	6.00	0.85
Ambon	MKS-AMB	576.00	28.00	4.00	0.85
Sorong	AMB-SOR	314.00	20.00	4.00	0.85
Biak	SOR-BIA	259.00	21.00	3.00	0.85
Jayapura	BIA-JYP	304.00	18.00		0.85
Jayapura	Sandar			8.00	
Biak	JYP-BIA	304.00	18.00	3.00	0.85
Sorong	BIA-SOR	259.00	21.00	4.00	0.85
Ambon	SOR-AMB	314.00	20.00	4.00	0.85
Makassar	AMB-MKS	576.00	28.00	6.00	0.85
Surabaya	MKS-SUB	350.00	26.00	5.00	0.85
Tanjung Priok	SUB-TPR	402.00	22.00		0.85

Ket : Huruf tebal merupakan pelabuhan *bunkering*

Spesifikasi mesin :

Tabel 4. 13 Spesifikasi Mesin

	<i>Main Engine</i>	<i>Auxillary Engine</i>
Engine	MaK	Yanmar
Type	6M43	6N21L-EV
Power	8100 HP	1088 HP
	6000 kw	810.9 kw
SFOC	175 g/KwH	213.4 g/KwH
Jumlah	2	4

Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar KM. Gunung Dempo, kita mengacu pada *engine logbook data*. Pada data tersebut merupakan rekapan konsumsi bahan bakar dalam satu *round trip* atau selama dua minggu. Pembagian waktunya yaitu 266.31 jam berlayar, 10.39 jam olah gerak dan 58.50 jam bersandar. Untuk konsumsi bahan bakarnya sebagai berikut

Tabel 4. 14 Konsumsi Bahan Bakar Total KM. Gunung dempo

	layar	Olah Gerak	Sandar
Main Engine	438.91 L	7.51 L	-
Aux. Engine	81.480 L	2.460 L	13.51 L

Setelah itu konsumsi bahan bakar dikonversi ke ton/jam untuk mengetahui konsumsi bahan bakar per jam

Tabel 4. 15 Konsumsi Bahan Bakar per jam KM. Gunung dempo

	layar	Olah Gerak	Sandar
Main Engine	1.4 ton/jam	0.61 ton/jam	-
Aux. Engine	0.26 ton/jam	0.2 ton/jam	0.2 ton/jam
Jumlah	1.66 ton/jam	0.82 ton/jam	0.2 ton jam

Setelah itu, nilai konsumsi bahan bakar per jam tersebut akan menjadi acuan dalam penghitungan konsumsi bahan bakar setiap perjalanan kapal. Sebagai contoh perjalanan Surabaya – Makassar dengan waktu layar 26 jam, olah gerak 0.85 jam dan 4 jam sandar.

$$W_{\text{Layar}} = 1.66 \text{ (ton/jam)} \times 26 \text{ jam}$$

$$W_{\text{Layar}} = 36.54 \text{ ton}$$

$$W_{\text{og}} = 0.82 \text{ (ton/jam)} \times 0.85 \text{ jam}$$

$$W_{\text{og}} = 0.69 \text{ ton}$$

$$W_{\text{Sandar}} = 0.2 \text{ (ton/jam)} \times 3 \text{ jam}$$

$$W_{\text{Sandar}} = 0.59 \text{ ton}$$

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan konsumsi bahan bakar setiap perjalanan.

Tabel 4. 16 Konsumsi bahan bakar setiap perjalanan KM. Gunung Dempo

Pelabuhan	KODE	Rute	Layar	Sandar	OG	FOC(TON)			
						Layar	OG	Sandar	Total
Tanjung Priok	Sandar			18.00				3.53	3.53
Surabaya	TPR-SUB	402.00	22.00	3.00	0.85	36.54	0.69	0.59	37.82
Makassar	SUB-MKS	350.00	26.00	6.00	0.85	43.19	0.69	1.18	45.06
Ambon	MKS-AMB	576.00	28.00	4.00	0.85	46.51	0.69	0.79	47.99
Sorong	AMB-SOR	314.00	20.00	4.00	0.85	33.22	0.69	0.79	34.70
Biak	SOR-BIA	259.00	21.00	3.00	0.85	34.88	0.69	0.59	36.16
Jayapura	BIA-JYP	304.00	18.00		0.85	29.90	0.69	0.00	30.59
Jayapura	Sandar			8.00			0.00	1.57	1.57
Biak	JYP-BIA	304.00	18.00	3.00	0.85	29.90	0.69	0.59	31.18
Sorong	BIA-SOR	259.00	21.00	4.00	0.85	34.88	0.69	0.79	36.36
Ambon	SOR-AMB	314.00	20.00	4.00	0.85	33.22	0.69	0.79	34.70
Makassar	AMB-MKS	576.00	28.00	6.00	0.85	46.51	0.69	1.18	48.38
Surabaya	MKS-SUB	350.00	26.00	5.00	0.85	43.19	0.69	0.98	44.86
Tanjung Priok	SUB-TPR	402.00	22.00		0.85	36.54	0.69	0.00	37.23

Dari tabel diatas dapat diketahui konsumsi bahan bakar untuk perjalanan Surabaya - Makassar sebesar 37.82 ton. Setelah diketahui konsumsi bahan bakar, selanjutnya dihitung dengan langkah yang sama dengan subbab sebelumnya. untuk variasi rasio juga sama yaitu 50:50, 40:60 dan 30:70. Tabel dibawah ini menunjukkan konsumsi bahan bakar minyak dan bahan bakar gas.

Tabel 4. 17 Konsumsi bahan bakar KM.Gunung Dempo menggunakan rasio 50:50

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)				FUEL RASIO			
		50 HSD			50 LNG			
		MJ	TON	LITER	MJ	TON	mmBtu	m3
Tanjung Priok	151228.86	75614.43	1.77	2078.46	75614.43	1.42	77.27	2.73
Surabaya	1618842.12	809421.06	18.91	22249.07	809421.06	15.21	827.11	29.26
Makassar	1928404.08	964202.04	22.53	26503.63	964202.04	18.12	985.27	34.85
Ambon	2053779.45	1026889.73	23.99	28226.77	1026889.73	19.30	1049.33	37.12
Sorong	1485065.15	742532.58	17.35	20410.46	742532.58	13.96	758.76	26.84
Biak	1547752.84	773876.42	18.08	21272.03	773876.42	14.55	790.79	27.97
Jayapura	1309280.16	654640.08	15.30	17994.50	654640.08	12.31	668.95	23.66
Jayapura	67212.83	33606.41	0.79	923.76	33606.41	0.63	34.34	1.21
Biak	1334484.97	667242.49	15.59	18340.91	667242.49	12.54	681.82	24.12
Sorong	1556154.44	778077.22	18.18	21387.50	778077.22	14.63	795.08	28.13
Ambon	1485065.15	742532.58	17.35	20410.46	742532.58	13.96	758.76	26.84
Makassar	2070582.66	1035291.33	24.19	28457.71	1035291.33	19.46	1057.92	37.42
Surabaya	1920002.48	960001.24	22.43	26388.16	960001.24	18.05	980.98	34.70
Tanjung Priok	1593637.31	796818.66	18.62	21902.66	796818.66	14.98	814.23	28.80

Tabel 4. 18 Konsumsi bahan bakar KM.Gunung Dempo menggunakan rasio 40:60

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)				FUEL RASIO			
		40 HSD			60 LNG			
		MJ	TON	LITER	MJ	TON	mmBtu	m3
Tanjung Priok	151228.86	60491.54	1.41	1662.77	90737.32	1.71	92.72	3.28
Surabaya	1618842.12	647536.85	15.13	17799.25	971305.27	18.26	992.53	35.11
Makassar	1928404.08	771361.63	18.02	21202.90	1157042.45	21.75	1182.33	41.82
Ambon	2053779.45	821511.78	19.19	22581.41	1232267.67	23.16	1259.20	44.54
Sorong	1485065.15	594026.06	13.88	16328.37	891039.09	16.75	910.51	32.21

Biak	1547752.84	619101.13	14.46	17017.62	928651.70	17.46	948.95	33.57
Jayapura	1309280.16	523712.07	12.24	14395.60	785568.10	14.77	802.74	28.40
Jayapura	67212.83	26885.13	0.63	739.01	40327.70	0.76	41.21	1.46
Biak	1334484.97	533793.99	12.47	14672.73	800690.98	15.05	818.19	28.94
Sorong	1556154.44	622461.78	14.54	17110.00	933692.66	17.55	954.10	33.75
Ambon	1485065.15	594026.06	13.88	16328.37	891039.09	16.75	910.51	32.21
Makassar	2070582.66	828233.06	19.35	22766.16	1242349.60	23.35	1269.50	44.91
Surabaya	1920002.48	768000.99	17.94	21110.53	1152001.49	21.65	1177.18	41.64
Tanjung Priok	1593637.31	637454.93	14.89	17522.13	956182.39	17.97	977.08	34.56

Tabel 4. 19 Konsumsi bahan bakar KM.Gunung Dempo menggunakan rasio 30:70

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)				FUEL RASIO			
		30 HSD			70 LNG			
		MJ	TON	Liter	MJ	TON	mmBtu	m3
Tanjung Priok	151228.86	45368.66	1.06	1247.08	105860.20	1.99	108.17	3.83
Surabaya	1618842.12	485652.64	11.35	13349.44	1133189.49	21.30	1157.95	40.96
Makassar	1928404.08	578521.23	13.52	15902.18	1349882.86	25.37	1379.38	48.80
Ambon	2053779.45	616133.84	14.40	16936.06	1437645.62	27.02	1469.06	51.97
Sorong	1485065.15	445519.55	10.41	12246.28	1039545.61	19.54	1062.26	37.58
Biak	1547752.84	464325.85	10.85	12763.22	1083426.99	20.37	1107.10	39.16
Jayapura	1309280.16	392784.05	9.18	10796.70	916496.11	17.23	936.52	33.13
Jayapura	67212.83	20163.85	0.47	554.26	47048.98	0.88	48.08	1.70
Biak	1334484.97	400345.49	9.35	11004.55	934139.48	17.56	954.55	33.77
Sorong	1556154.44	466846.33	10.91	12832.50	1089308.11	20.48	1113.11	39.38
Ambon	1485065.15	445519.55	10.41	12246.28	1039545.61	19.54	1062.26	37.58
Makassar	2070582.66	621174.80	14.51	17074.62	1449407.86	27.24	1481.08	52.39
Surabaya	1920002.48	576000.74	13.46	15832.90	1344001.74	25.26	1373.37	48.58
Tanjung Priok	1593637.31	478091.19	11.17	13141.59	1115546.12	20.97	1139.92	40.32

4.1.2.1 Perhitungan kebutuhan bahan bakar KM. Labobar

Perhitungna konsumsi bahan bakar pada KM. Labobar sama dengan perhitungan sebelumnya. Sebelum menghitung kebutuhan bahan bakar, harus ditentukan dulu pelabuhan *bunkering*. Tabel 4.20 menunjukan rute perjalanan KM. Labobar selama berlayar, sandar dan olah gerak dalam satuan jam.

Tabel 4. 20 Rute Perjalanan KM. Labobar

Pelabuhan	KODE	Rute	Layar	Sandar	OG
Surabaya	Sandar			53	
Makssar	SUB-MKS	384	25	4	1.25
Sorong	MKS-SOR	760	47	4	1.25
Manokwari	SOR-MNW	227	14	2	1.25
Wasior	MNW-WSR	122	8	2	1.25
Nabire	WRS-NBR	140	7	2	1.25
Jayapura	NBR-JYP	431	23		1.25
Jayapura	Sandar			11	
Nabire	JYP-NBR	431	23	2	1.25
Wasior	NBR-WRS	140	7	2	1.25
Manokwari	WRS-MNW	122	8	4	1.25
Sorong	MNW-SOR	227	14	2	1.25
Makassar	SOR-MKS	760	47	6	1.25
Surabaya	MKS-SUB	384	25		1.25

Ket : Huruf tebal merupakan pelabuhan *bunkering*

Spesifikasi mesin :

Tabel 4. 21 Spesifikasi Mesin

	Main Engine	Auxillary Engine
Engine	MaK-Caterpillar	MaK-Caterpillar
Type	9M43	6M20
Power	11421 HP	1550 HP
	9000 kw	1155.37 kw
SFOC	184.6 g/KwH	218 g/KwH
Jumlah	2	4

Berikut ini merupakan rekap konsumsi bahan bakar dalam satu *round trip* atau selama dua minggu. Pembagian waktunya yaitu 235 jam berlayar, 16 jam olah gerak dan 105 jam bersandar. Untuk konsumsi bahan bakarnya sebagai berikut

Tabel 4. 22 Konsumsi Bahan Bakar Total KM.Labobar

	layar	Olah Gerak	Sandar
Main Engine	522,380 L	17,762 L	-
Aux. Engine	82,875 L	10,973 L	36,982 L

Setelah itu konsumsi bahan bakar dikonversi ke ton/jam untuk mengetahui konsumsi bahan bakar per jam

Tabel 4. 23 Konsumsi Bahan Bakar per jam KM.Labobar

	layar	Olah Gerak	Sandar
Main Engine	1.89 ton/jam	0.94 ton/jam	-
Aux. Engine	0.3 ton/jam	0.58 ton/jam	0.3 ton/jam
Jumlah	2.19 ton/jam	1.53 ton/jam	0.3 ton jam

Dengan cara yang sama dengan sebelumnya, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 24 Konsumsi bahan bakar Setiap Perjalanan KM. labobar

Pelabuhan	KODE	Rute	Layar	Sandar	OG	FOC(TON)			
						Layar	OG	Sandar	Total
Surabaya	Sandar			53				15.87	15.87

Makassar	SUB-MKS	384	25	4	1.25	54.73	1.9 1	1.20	57.84
Sorong	MKS-SOR	760	47	4	1.25	102.89	1.9 1	1.20	106.00
Manokwari	SOR-MNW	227	14	2	1.25	30.65	1.9 1	0.60	33.16
Wasior	MNW-WRS	122	8	2	1.25	17.51	1.9 1	0.60	20.02
Nabire	WRS-NBR	140	7	2	1.25	15.32	1.9 1	0.60	17.83
Jayapura	NBR-JYP	431	23		1.25	50.35	1.9 1	0.00	52.26
Jayapura	Sandar			11		0.00	0.0 0	3.29	3.29
Nabire	JYP-NBR	431	23	2	1.25	50.35	1.9 1	0.60	52.86
Wasior	NBR-WRS	140	7	2	1.25	15.32	1.9 1	0.60	17.83
Manokwari	WRS-MNW	122	8	4	1.25	17.51	1.9 1	1.20	20.62
Sorong	MNW-SOR	227	14	2	1.25	30.65	1.9 1	0.60	33.16
Makassar	SOR-MKS	760	47	6	1.25	102.89	1.9 1	1.80	106.60
Surabaya	MKS-SUB	384	25		1.25	54.73	1.9 1	0.00	56.64

Setelah diketahui konsumsi bahan bakar Surabaya – Makassar sebesar 57,84 ton. Selanjutnya dihitung konsumsi bahan bakar jika menggunakan *dual fuel diesel*, dengan rasio bahan bakar 50:50, 40:60 dan 30:70.

Tabel 4. 25 Konsumsi bahan bakar KM.Labobar menggunakan rasio 50:50

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)				FUEL RASIO			
		50 HSD			50 LNG			
		MJ	TON	LITER	MJ	TON	mmBtu	m3
Surabaya	679109.27	339554.64	7.93	9333.55	339554.64	6.38	346.98	12.27
Makassar	2475389.42	1237694.71	28.92	34021.29	1237694.71	23.26	1264.74	44.74
Sorong	4536759.17	2268379.58	53.00	62352.38	2268379.58	42.64	2317.95	82.00
Manokwari	1419077.77	709538.89	16.58	19503.54	709538.89	13.34	725.04	25.65
Wasior	856886.02	428443.01	10.01	11776.88	428443.01	8.05	437.81	15.49

Nabire	763187.40	381593.70	8.92	10489.11	381593.70	7.17	389.93	13.79
Jayapura	2236738.64	1118369.32	26.13	30741.32	1118369.32	21.02	1142.81	40.43
Jayapura	140947.21	70473.60	1.65	1937.15	70473.60	1.32	72.01	2.55
Nabire	2262365.40	1131182.70	26.43	31093.53	1131182.70	21.26	1155.90	40.89
Wasior	763187.40	381593.70	8.92	10489.11	381593.70	7.17	389.93	13.79
Manokwari	882512.79	441256.39	10.31	12129.09	441256.39	8.29	450.90	15.95
Sorong	1419077.77	709538.89	16.58	19503.54	709538.89	13.34	725.04	25.65
Makassar	4562385.93	2281192.97	53.30	62704.59	2281192.97	42.88	2331.04	82.46
Surabaya	2424135.89	1212067.94	28.32	33316.88	1212067.94	22.78	1238.56	43.81

Tabel 4. 26 Konsumsi bahan bakar KM.Labobar menggunakan rasio 40:60

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)				FUEL RASIO			
		40 HSD			60 LNG			
		MJ	TON	LITER	MJ	TON	mmBtu	m3
Surabaya	679109.27	271643.71	6.35	7466.84	407465.56	7.66	416.37	14.73
Makssar	2475389.42	990155.77	23.13	27217.04	1485233.65	27.92	1517.69	53.69
Sorong	4536759.17	1814703.67	42.40	49881.90	2722055.50	51.17	2781.54	98.40
Manokwari	1419077.77	567631.11	13.26	15602.83	851446.66	16.00	870.05	30.78
Wasior	856886.02	342754.41	8.01	9421.51	514131.61	9.66	525.37	18.58
Nabire	763187.40	305274.96	7.13	8391.29	457912.44	8.61	467.92	16.55
Jayapura	2236738.64	894695.45	20.90	24593.06	1342043.18	25.23	1371.37	48.51
Jayapura	140947.21	56378.88	1.32	1549.72	84568.32	1.59	86.42	3.06
Nabire	2262365.40	904946.16	21.14	24874.83	1357419.24	25.52	1387.08	49.07
Wasior	763187.40	305274.96	7.13	8391.29	457912.44	8.61	467.92	16.55
Manokwari	882512.79	353005.12	8.25	9703.27	529507.67	9.95	541.08	19.14
Sorong	1419077.77	567631.11	13.26	15602.83	851446.66	16.00	870.05	30.78
Makassar	4562385.93	1824954.37	42.64	50163.67	2737431.56	51.46	2797.25	98.95
Surabaya	2424135.89	969654.35	22.66	26653.50	1454481.53	27.34	1486.27	52.58

Tabel 4. 27 Konsumsi bahan bakar KM.Labobar menggunakan rasio 30:70

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)				FUEL RASIO			
		30 HSD			70 LNG			
		MJ	TON	Liter	MJ	TON	mmBtu	m3
Surabaya	679109.27	203732.78	4.76	5600.13	475376.49	8.94	485.77	17.18
Makassar	2475389.42	742616.82	17.35	20412.78	1732772.59	32.57	1770.64	62.64
Sorong	4536759.17	1361027.75	31.80	37411.43	3175731.42	59.69	3245.13	114.80
Manokwari	1419077.77	425723.33	9.95	11702.13	993354.44	18.67	1015.06	35.91
Wasior	856886.02	257065.81	6.01	7066.13	599820.22	11.27	612.93	21.68
Nabire	763187.40	228956.22	5.35	6293.46	534231.18	10.04	545.91	19.31
Jayapura	2236738.64	671021.59	15.68	18444.79	1565717.04	29.43	1599.93	56.60
Jayapura	140947.21	42284.16	0.99	1162.29	98663.05	1.85	100.82	3.57
Nabire	2262365.40	678709.62	15.86	18656.12	1583655.78	29.77	1618.26	57.25
Wasior	763187.40	228956.22	5.35	6293.46	534231.18	10.04	545.91	19.31
Manokwari	882512.79	264753.84	6.19	7277.46	617758.95	11.61	631.26	22.33
Sorong	1419077.77	425723.33	9.95	11702.13	993354.44	18.67	1015.06	35.91
Makassar	4562385.93	1368715.78	31.98	37622.75	3193670.15	60.03	3263.46	115.44
Surabaya	2424135.89	727240.77	16.99	19990.13	1696895.12	31.90	1733.98	61.34

4.1.3 Perhitungan *Heat exchanger*

Heat Eexchanger berguna untuk memanaskan LNG sehingga mengalami perubahan fase menjadi gas. Dalam perhitungan *heat exchanger*, hal yang yang perlu diperhatikan adalah jenis *heat exchanger*, suhu fluida dan laju aliran massa fluida. *Heat exchanger* yang dipilih adalah jenis *shell and tube*.

a. *Heat exchanger* pada KM Dobonsolo

Pertama menghitung kalor dari LNG dan air pemanas, dengan laju perpindahan massa LNG 878,94 kg/jam dan kalor spesifik LNG 2,087 Kj/kgK dan kalor laten LNG 510 Kj/Kg

menggunakan persamaan berikut. Karena terjadi perubahan fase LNG dari cair ke gas, maka dibagi tiga fase yaitu cair, laten dan gas sehingga Q_1 , Q_2 , dan Q_3 akan memiliki nilai yg berbeda.

$$Q_1 = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 878,94 \cdot 2,087 \cdot (-162 - (-161.48))$$

$$Q_1 = 953,86 \text{ Kj/h}$$

$$Q_2 = m \cdot L$$

$$Q_2 = 878.94 \times 510$$

$$Q_2 = 448259,4 \text{ Kj/h}$$

$$Q_3 = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_3 = 878,94 \cdot 2,087 \cdot (-160 - 30)$$

$$Q_3 = 3522194,77 \text{ Kj/h}$$

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{tot} = 953,86 + 448259,4 + 3522194,7$$

$$Q_{tot} = 801408,035 \text{ Kj/h}$$

Air pemanas yang digunakan adalah air dari outlet jacket cooling water. Berdasarkan *project guide Wartsila 50DF* suhu air dari outlet jacket cooling water sebesar 91°C , serta laju aliran massa 120000 kg/h. Maka kalor yang terkandung adalah sebagai berikut

$$Q_1 = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 120000 \cdot 4,186 \cdot (91 - 82)$$

$$Q_1 = 4520880 \text{ Kj/h}$$

Kemudian menghitung LMTD (Log Mean Temperature Different) dengan persamaan 2-2.

$$\Delta T_m = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

$$\Delta T_m = \frac{(-162 - 82) - (30 - 91)}{\ln \frac{(-162 - 82)}{(30 - 91)}}$$

$$\Delta T_m = \frac{-183}{\ln \frac{-244}{-61}}$$

$$\Delta T_m = \frac{-234,5}{1,38} = 132,0066^\circ\text{C}$$

Setelah diketahui ΔT_m , selanjutnya dicari luasan dari *heat exchanger* menggunakan persamaan (2-5) dengan $U = 15 \text{ W/m}^2\text{C}$.

$$A = \frac{Q}{(U \cdot \Delta T_m)}$$

$$A = \frac{801408,035}{(15) \cdot (132,0066)} = 0,112 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,112}{3,14}} = 0,38 \text{ m}$$

Untuk memperoleh daya dari HE, dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Q = U' \cdot A \cdot F_m \cdot \Delta T_m$$

Dimana :

$$U' = \frac{1}{1/U + R_f} = \frac{1}{1/15 + 0,0002} = 14,955$$

$$A = 0,108 \text{ m}^2$$

Mencari factor koreksi temperatur (F_m) menggunakan persamaan 2-3 dan 2-4 dan dibaca pada tabel *LMTD correction factor (Heat Transfrer, Kern)*

$$R = \frac{-132}{-9} = 21,33$$

$$S = \frac{-9}{-253} = 0,04$$

$$F_m = 0,9$$

Maka :

$$Q = 14.955 \cdot 0.112 \cdot 0,9 \cdot 132.0066$$

$$Q = 719109,9 \text{ Kj/h}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa *Heat surface area* sebesar 0.112 m^2 dan daya sebesar $719109,9 \text{ KW}$.

b. Heat exchanger pada KM. Gunung Dempo

Pertama menghitung kalor dari LNG dan air pemanas, dengan laju perpindahan massa LNG 848.5 kg/jam dan kalor spesifik LNG $2,087 \text{ Kj/kgK}$ dan kalor laten LNG 510 Kj/Kg menggunakan persamaan berikut. Karena terjadi perubahan fase LNG dari cair ke gas, maka dibagi tiga fase yaitu cair, laten dan gas sehingga Q_1 , Q_2 , dan Q_3 akan memiliki nilai yg berbeda.

$$Q_1 = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 848,5 \cdot 2,087 \cdot (-162 - (-161.48))$$

$$Q_1 = 920. \text{Kj/h}$$

$$Q_2 = m \cdot L$$

$$Q_2 = 848,5 \times 510$$

$$Q_2 = 432735 \text{ Kj/h}$$

$$Q_3 = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_3 = 848,5 \cdot 2,087 \cdot (-160 - 30)$$

$$Q_3 = 339997.34 \text{ Kj/h}$$

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{tot} = 920.83 + 432735 + 339997.34$$

$$Q_{tot} = 773653.17 \text{ KJ/h}$$

Kemudian menghitung LMTD (Log Mean Temperature Different) dengan persamaan 2-2. Hasilnya sama dengan perhitungan sebelumnya sebesar 132,006 °C

Setelah diketahui ΔT_m , selanjutnya dicari luasan dari *heat exchanger* menggunakan persamaan (2-5) dengan $U = 15 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

$$A = \frac{Q}{(U \cdot \Delta T_m)}$$

$$A = \frac{773653.17}{(15) \cdot (132,0066)} = 0.108 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.108}{3.14}} = 0.37 \text{ m}$$

Untuk memperoleh daya dari HE, dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Q = U' \cdot A \cdot Fm \cdot \Delta T_m$$

Dimana :

$$U' = 14,955$$

$$A = 0.108 \text{ m}^2$$

$$Fm = 0,9$$

Maka :

$$Q = 14.955 \cdot 0.37 \cdot 0,9 \cdot 132.0066$$

$$Q = 694205 \text{ Kj/h}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa *Heat surface area* sebesar 0.108 m² dan daya sebesar 694205 KW.

c. *Heat exchanger* pada KM. Labobar

Pertama menghitung kalor dari LNG dan air pemanas, dengan laju perpindahan massa LNG 848.5 kg/jam dan kalor spesifik LNG 2,087 Kj/kgK dan kalor laten LNG 510 Kj/Kg menggunakan persamaan berikut. Karena terjadi perubahan fase

LNG dari cair ke gas, maka dibagi tiga fase yaitu cair, laten dan gas sehingga Q1, Q2, dan Q3 akan memiliki nilai yg berbeda.

$$Q_1 = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 1131,95 \cdot 2,087 \cdot (-162 - (-161.48))$$

$$Q_1 = 1228,43 \text{ Kj/h}$$

$$Q_2 = m \cdot L$$

$$Q_2 = 1131,95 \times 510$$

$$Q_2 = 577294,5 \text{ Kj/h}$$

$$Q_3 = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_3 = 1131,95 \cdot 2,087 \cdot (-160 - 30)$$

$$Q_3 = 453576,89 \text{ Kj/h}$$

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{tot} = 1228,43 + 577294,5 + 453576,89$$

$$Q_{tot} = 1032099.83 \text{ KJ/h}$$

Kemudian menghitung LMTD (Log Mean Temperature Different) dengan persamaan 2-2. Hasilnya sama dengan perhitungan sebelumnya sebesar 132,006°C

Setelah diketahui ΔT_m , selanjutnya dicari luasan dari *heat exchanger* menggunakan persamaan (2-5) dengan $U = 15 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

$$A = \frac{Q}{(U \cdot \Delta T_m)}$$

$$A = \frac{1032099.83}{(15) \cdot (132,0066)} = 0,144 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.108}{3.14}} = 0,43 \text{ m}$$

Untuk memperoleh daya dari HE, dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Q = U' \cdot A \cdot Fm \cdot \Delta T_m$$

Dimana :

$$U' = 14,955$$

$$A = 0.108 \text{ m}^2$$

$$Fm = 0,8$$

Maka :

$$Q = 14.955 \cdot 0.144 \cdot 0,9 \cdot 132.0066$$

$$Q = 926111 \text{ Kj/h}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa *Heat surface area* sebesar 0.114 m^2 dan daya sebesar 926111 KW.

4.1.4 Perhitungan pompa Kriogenik

Pompa kriogenik ditentukan berdasarkan tekanan dan kapasitas. Berikut ini adalah kebutuhan minimum dari pompa kriogenik setiap kapal. Kapasitas minimal pompa didapatkan dari laju aliran dari *heat exchanger*

Tabel 4. 28 Kapasitas Minimum Pompa

Nama Kapal	Minimal capacity (m3/h)	Tipe Pompa	Jumlah Pompa
G. Dempo	1.63	TV-2000/250	2
Labobar	2.18	TV-2500/250	2
Dobonsolo	1.69	TV-2000/250	2

6.Product table:

Model	Type	Flow Range L/h	Inlet Pressure Mpa	Max Pressure Mpa
TV-1500/250	Horizonta Triple Piston	1500	0.02-1.6	25.0
TV-2000/250		2000		
TV-2500/250		2500		
TV-3000/250		3000		

Gambar 4. 4 Spesifikasi Pompa Kriogenik

4.1.5 Teknis Komponen Tambahan

Dalam memodifikasi sistem bahan bakar, akan diperlukan peralatan konversi yang mendukung. Berikut ini adalah komponen – komponen yang akan dipasang untuk memodifikasi sistem *single fuel* menjadi *Dual fuel* pada mesin induk.

4.1.5.1 Storage Tank

Tangki LNG dipengaruhi oleh kebutuhan bahan bakar. Dalam perencanaan ini dipilih tipe ISO Container tank dengan ukuran 20 ft. Tipe ini mempunyai kelebihan yaitu mudah pemasangannya, harga lebih murah dan biaya *maintenance* lebih murah. Berikut ini adalah spesifikasi ISO Container Tank,

Merk	: Danteco
Capacity	: 25000 L
Gross Weight	: 34000 kg
Working Pressure	: 4.0 bar



Gambar 4. 5 Danteco ISO Tank

Sumber : Danteco Industries Technical Data

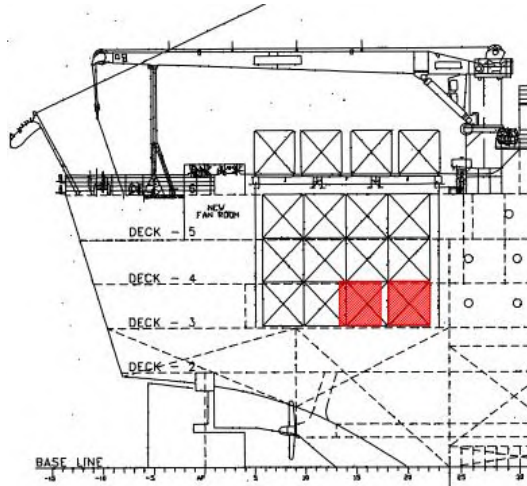
Dalam penempatan tangki harus mempertimbangkan ketersediaan ruangan dan regulasi yang telah ditetapkan. IMO sudah menetapkan regulasi mengenai penempatan atau *storage tank*.

The storage tanks or tanks batteries should be located at least B/5 from the ships side. For ships other than passenger ships a tank location closer than B/5 but not less than 760 mm from the ship's side may be accepted. (BKI Vol 24 – Section 2)

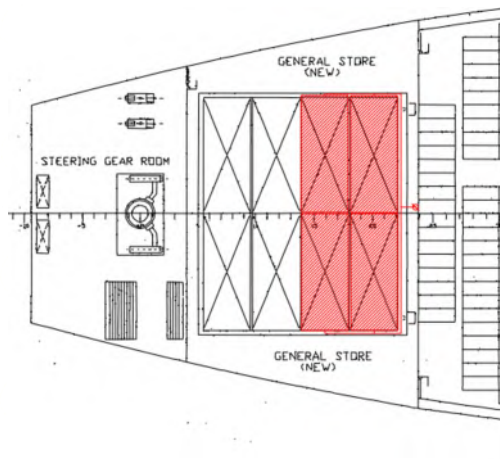
Storage tanks for liquid gas should not be filled to more than 98 % full at the reerence temperature. (BKI Vol 24–section 2)

Setelah dihitung kebutuhan LNG setiap perjalanan pada sub bab sebelumnya, maka diperoleh kebutuhan LNG terbesar KM. Dobonsolo adalah 83,24 m³. Maka dibutuhkan tangki LNG sebanyak 4 buah. Berdasarkan beberapa pertimbangan, terdapat beberapa alternatif dalam penempatan tangki LNG.

- a. Tangki diletakkan didalam *cargo hold* sebelah belakang, maka akan mengurangi kapasitas container sebanyak 4 TEUS. Proses bunkering yaitu dengan cara *filling* dari LNG didarat, jadi tidak perlu ganti tangki LNG. Tangki LNG dapat diganti jika cago hold dalam keadaan kosong.



Gambar 4. 6 Side View Peletakan Tangki LNG KM. Dobonsolo



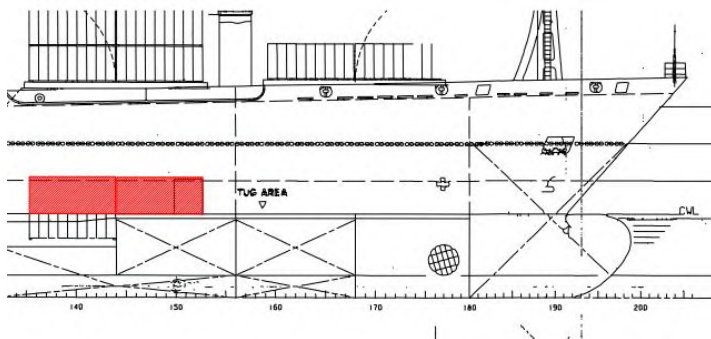
Gambar 4. 7 Top View Peletakan Tangki LNG KM. Dobonsolo

- b. Tangki diletakkan di *open deck*, namun harus memodifikasi bagian deck sehingga dapat menjadi dudukan tangki LNG. Proses bunkering dapat langsung

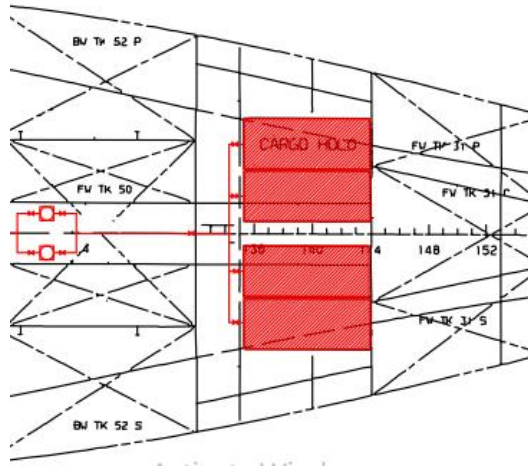
mengganti tangki LNG, sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama.

Untuk Kebutuhan LNG KM. Gunung dempo sebesar 79.12 m³. Kebutuhannya relative kecil karena Gunung dempo bunkering hampir disetiap pelabuhan kecuali Biak.. maka dibutuhkan ISO Tank sebanyak 4 tangki. Terdapat beberapa alternatif dalam penempatan tangki LNG, antara lain :

- a. Tangki diletakkan didalam *cargo hold* sebelah belakang, maka akan mengurangi kapasitas container sebanyak 4 TEUS. Proses bunkering yaitu dengan cara *filling* dari LNG didarat, jadi tidak perlu ganti tangki LNG.



Gambar 4. 8 Side View Peletakan Tangki LNG KM. Gunung Dempo

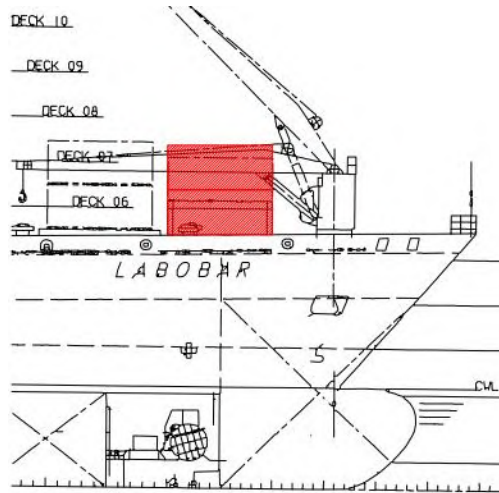


Gambar 4. 9 Top View Peletakan Tangki LNG KM. Gunung Dempo

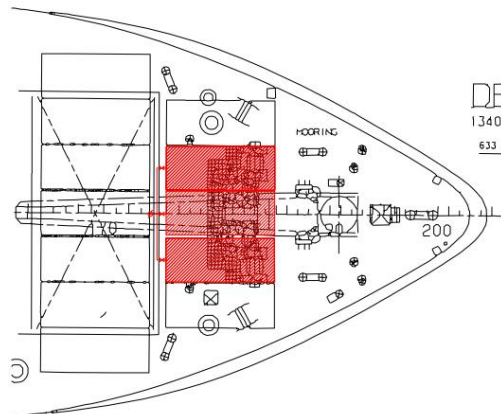
- b. Tangki diletakkan di *open deck* bagian depan. Namun letak tangki tidak memenuhi persyaratan jarak minimal dari samping kapal.

Sedangkan kebutuhan LNG KM. Labobar sebesar 142.75 m³. Untuk pelabuhan bunkering yaitu Surabaya, Makassar, dan Jayapura. Maka dibutuhkan ISO tank sebanyak 7 tangki. Terdapat beberapa alternatif penempatan tangki LNG, antara lain :

- a. ISO tank diletakkan didalam *cargo hold* sebelah belakang, maka akan mengurangi kapasitas container sebanyak 7 TEUS. Proses bunkering yaitu dengan cara *filling* dari LNG didarat, jadi tidak perlu ganti tangki LNG.
- b. ISO Tank diletakkan di *open deck* bagian depan. Dengan begitu proses bunkering dengan mengganti langsung ISO tank, sehingga waktu bunkering dapat lebih cepat.



Gambar 4. 10 Side View Peletakan Tangki LNG KM. Labobar



Gambar 4. 11 Top View Peletakan Tangki LNG KM. Labobar

Pertimbangan lain yang harus diperhatikan adalah standard keselamatan dan ketentuan. Mengacu pada Wartsila, standard penempatan tangki LNG pada *open deck* adalah sebagai berikut.

4.1.5.2 Gas Valve Unit

Gas Valve Unit (GVU) adalah komponen untuk mensuplai gas bertekanan ke *Main Engine*. Didalam GVU terdiri dari *Manual Shut Off Valve*, *Gas Filter*, *Bleed Valve*, *Pressure Control Valve*, *Nitrogen Inert Valve* dan *Ventilation Valves*.

Gas Filter berfungsi untuk menyaring gas sebelum masuk ke *engine*, ukuran dari *filter* tersebut sekitar 5 μm . Jika terjadi *Pressure Drop* akibat penyumbatan oleh kotoran pada filter, akan ada peringatan melalui alarm.

Pressure Control Valve mengatur tekanan pada gas sebelum masuk ke *engine* sesuai dengan *engine load*. Menurut project guide Wartsila, tekanan gas minimal saat masuk *engine* 472 kPa.

Biasanya GVU ditempatkan pada ruang yang terpisah. Namun sekarang terdapat GVU tipe *enclosed* yang dapat ditempatkan di *engine room* tanpa harus membuat ruang sendiri. Keuntungan lain dari GVU tipe *enclosed* ini adalah biaya investasi lebih murah, pemasangan lebih mudah, operasional lebih mudah, jalur pipa lebih pendek dan kebocoran mudan terdeteksi. Dalam pemasangan pipa, panjang pipa gas dari GVU ke *main engine gas inlet* maksimum 10 m.

4.1.5.3 Injection Control System

Berfungsi sebagai alat pengatur injeksi gas ke inlet melalui gas admission valve. Input dari injection control system berasal dari sensor yang dipasang pada *flywheel* dan *camshaft*, serta dari *governor econ*.



Gambar 4. 12 Injection Control System

Sumber : www.comap.cz

4.1.5.4 Bi Fuel Governor Econ

Berfungsi untuk mengontrol besarnya bahan bakar yang diinjeksikan di inlet. Governor econ akan terhubung dengan sensor pada *flywheel*, dan inputan dari bi fuel control unit. Dari governor econ nantinya akan memberikan input kepada *Injection control system*.



Gambar 4. 13 Bi Fuel Governor Econ

Sumber : www.comap.cz

4.1.5.5 Engine control unit InteliSys

Berfungsi menerima inputan dari sensor yang terletak pada *flywheel*, dan juga knocking detector. Dari *Engine control unit* ini nantinya akan memberikan inputan kepada governor econ.



Gambar 4. 14 Engine control unit

Sumber : www.comap.cz

4.1.5.6 Comap knocking detector

Berfungsi untuk mendeteksi adanya gangguan pada saat pembakaran sehingga *knocking* atau ketukan pada mesin dapat dihindari. Gangguan dapat dideteksi karena *detector* ini menerima data dari alat yang disebut *knocking sensor* yang terpasang pada *cylinder head*.



Gambar 4. 15 Comap knocking detector

Sumber : www.comap.cz

4.2 Analisa Ekonomis

Analisa secara ekonomis sangat penting untuk bahan pertimbangan suatu proyek. Profit merupakan daya Tarik utama untuk setiap pengusaha atau investor. Pada sub bab ini akan menghitung dan membahas analisa ekonomi untuk modifikasi sistem bahan bakar dari *single fuel* ke *dual fuel*.

Dalam analisa ini akan menggunakan rasio bahan bakar 30% HSD dan 70% LNG. selain itu akan di variasikan harga HSD

jika menggunakan subsidi Rp. 5,150/L atau nonsubsidi Rp. 8,724/L serta harga LNG 8, 9, 10, 11 dan USD.

4.2.1 Analisa Ekonomis KM. Gunung Dempo

4.2.1.1 Revenue, Capital Expenditure, dan Operational Expenditure

Pendapatan didapatkan dari selisih biaya operasional bahan bakar menggunakan HSD dan *dual fuel* (HSD-LNG). Perhitungan dibawah ini menggunakan HSD subsidi dan harga LNG 8 US\$. Tabel dibawah merupakan biaya operasional bahan bakar *single fuel* dan *dual fuel*.

Tabel 4. 29 Biaya Operasional Bahan Bakar HSD KM. Gunung Dempo

Pelabuhan	KODE	FOC		BIAYA (Rp)
		TON	LITER	
T. Priok	Sandar	3.53	4156.923077	21,408,153.85
Surabaya	TPR-SUB	37.82	44498.13424	229,165,391.34
Makassar	SUB-MKS	45.06	53007.25906	272,987,384.16
Ambon	MKS-AMB	47.99	56453.53087	290,735,683.99
Sorong	AMB-SOR	34.70	40820.92226	210,227,749.63
Biak	SOR-BIA	36.16	42544.05816	219,101,899.54
Jayapura	BIA-JYP	30.59	35989.00942	185,343,398.51
Jayapura	Sandar	1.57	1847.521368	9,514,735.04
Biak	JYP-BIA	31.18	36681.82993	188,911,424.15
Sorong	BIA-SOR	36.36	42774.99833	220,291,241.42
Ambon	SOR-AMB	34.70	40820.92226	210,227,749.63
Makassar	AMB-MKS	48.38	56915.41121	293,114,367.75
Surabaya	MKS-SUB	44.86	52776.31889	271,798,042.28
Tanjung Priok	SUB-TPR	37.23	43805.31373	225,597,365.69
TOTAL				2,848,424,586.97

Tabel 4. 30 Biaya Operasional Bahan Bakar Dual fuel KM. G.dempo

Pelabuhan	KODE	BIAYA BAHAN BAKAR (Rp)		
		HSD	LNG	TOTAL
Tanjung Priok	Sandar	6,422,446.15	11,385,920.84	17,808,366.99
Surabaya	TPR-SUB	68,749,617.40	121,881,551.46	190,631,168.86
Makassar	SUB-MKS	81,896,215.25	145,188,266.50	227,084,481.74
Ambon	MKS-AMB	87,220,705.20	154,627,694.97	241,848,400.16
Sorong	AMB-SOR	63,068,324.89	111,809,571.83	174,877,896.72
Biak	SOR-BIA	65,730,569.86	116,529,286.06	182,259,855.93
Jayapura	BIA-JYP	55,603,019.55	98,574,836.42	154,177,855.97
Jayapura	Sandar	2,854,420.51	5,060,409.26	7,914,829.77
Biak	JYP-BIA	56,673,427.25	100,472,489.89	157,145,917.13
Sorong	BIA-SOR	66,087,372.43	117,161,837.22	183,249,209.65
Ambon	SOR-AMB	63,068,324.89	111,809,571.83	174,877,896.72
Makassar	AMB-MKS	87,934,310.32	155,892,797.28	243,827,107.61
Surabaya	MKS-SUB	81,539,412.68	144,555,715.34	226,095,128.02
Tanjung Priok	SUB-TPR	67,679,209.71	119,983,897.98	187,663,107.69
JUMLAH				2,369,461,222.96

Karena dalam setahun KM. Gunung Dempo melakukan 21 roundtrip, maka biaya bahan bakar dikalikan 21.

$$\text{Revenue} = (\text{Single fuel} - \text{Dual fuel}) \times 21$$

$$\text{Revenue} = (2,848,424,568.97 - 2,369,461,222.96) \times 21$$

$$\text{Revenue} = \text{Rp } 10,058,230,644.16$$

Yang perlu diperhatikan dari modifikasi ini yaitu pengurangan space container karena peletakan LNG tank. Untuk container KM. Gunung Dempo akan dikurangi sebanyak 6 unit, dan biaya kirim sebesar Rp. 20,000,000/container/trip. sehingga dalam satu roundtrip KM. Gunung Dempo mengalami kerugian container sebesar.

$$\text{Container Loss} = 6 \cdot 2 \cdot 20,000,000 = \text{Rp. } 240,000,000$$

Karena dalam satu tahun ada 21 roundtrip, maka kerugian sebesar

$$= \text{Rp. } 240,000,000 \cdot 21$$

$$= \text{Rp. } 5,040,000,000$$

Capital expenditure merupakan biaya modifikasi *single fuel* menjadi *dual fuel diesel engine*.

Tabel 4. 31 Biaya Modifikasi Dual fuel KM. Gunung Dempo

INVESTATION	QTY	VALUE	TOTAL
CONVERTER KIT			
MAIN ENGINE	2	3,000,000,000.00	6,000,000,000.00
AUX. ENGINE	4	1,100,000,000.00	4,400,000,000.00
EVAPORATOR	2	250,000,000.00	500,000,000.00
ISO LNG TANK	4	400,000,000.00	1,600,000,000.00
CRYOPUMP	2	200,000,000.00	400,000,000.00
PIPING	1	200,000,000.00	200,000,000.00
CABLE ROUTING	1	130,000,000.00	130,000,000.00
DOCKING	1	1,855,000,000.00	1,855,000,000.00
INSTAL JOB	1	500,000,000.00	500,000,000.00
Sub Total cost			15,335,000,000.00
Price List(ppn 10%)			1,533,500,000.00
Total Cost			16,868,500,000.00

Harga yang tertera pada tabel 4.26 diperoleh dari beberapa sumber. Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa biaya modifikasi *dual fuel* sebesar Rp. 16,868,500,000.

Operational Expenditure yang dimasukkan hanya biaya *maintenance* saja. Besar biaya *maintenance* yaitu selisih antara biaya *maintenance single fuel* dengan *dual fuel*.

$$\begin{aligned} \text{Maintenance} &= 1947000000 - 12890000000 \\ &= \text{Rp. } 649,000,000 \end{aligned}$$

4.2.1.2 Perhitungan *Payback periode*, NPV dan IRR

Dari perhitungan revenue, operational expenditure, capital expenditure dan container loss kemudian dihitung NPV seperti tabel dibawah. Suku Bunga yang digunakan yaitu sebesar 10 %. Pada tabel terdapat nilai depresiasi dari harga kapal. Dimana nilai depresiasi dihitung dengan metode garis lurus oleh *pujawan, 2012* :

$$D = \frac{P - S}{N}$$

D = Besarnya Depresiasi tahun ke t

P = Nilai awal dari asset

S = nilai sisa dari asset

S = Nilai Jual – Ongkos Pemindahan

N = Masa pakai

$$D = \frac{12,980,000,000 - 1000000000}{20}$$

$$D = \text{Rp. } 149,000,000$$

Langkah untuk menghitung NPV yaitu dengan menghitung Present Worth lebih dahulu. Dengan cara mengurangi Capital expenditure dengan revenue, container loss, operational expenditure dan depresiasi, maka akan didapat cashflow. Berikut ini adalah rumus dari present worth menurut *pujawan, 2012* :

$$P = \frac{F}{(1 + i)^N}$$

Dimana :

P = Present Worth

F = Future Worth

i = suku bunga

N = Periode

$$P = \frac{4,195,230,644}{(1 + 10\%)^1} = \text{Rp. } 3,887,255,131.05$$

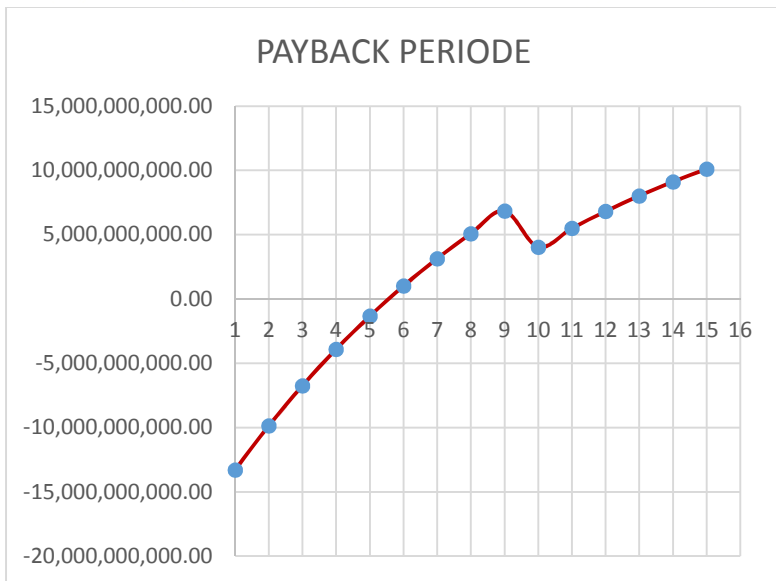
Cummulative Cashflow = Capex – Present Worth

Cashflow = -17,143,500,000 – 3,887,255,131

Cashflow = -Rp. 13,256,244,868.95

Pada saat tahun ke 10 akan ada penggantian *converter kit*, karena life time dari *converter kit* sudah habis. Jadi akan ada penambahan investasi pada tahun ke 10, dan harga *converter kit* diasumsikan naik 10% sebesar Rp. 11,440,000,000.

Jadi Present Value di tahun pertama yaitu sebesar minus Rp. 13,256,244,868. Dari grafik 4.07 dapat diketahui bahwa *payback period*nya pada tahun 4,1 sudah memperoleh keuntungan Rp. 1,201,232,240. Dengan NPV pada tahun ke-15 sebesar Rp. 10,428,551,686.58. Sedangkan IRR yaitu sebesar 21%.



Grafik 4. 1 Grafik payback periode KM. Gunung dempo

4.2.2 Analisa Ekonomis KM. Labobar

4.2.2.1 Revenue, Capital Expenditure, dan Operational Expenditure

Pendapatan didapatkan dari selisih biaya operasional bahan bakar menggunakan HSD dan *dual fuel* (HSD-LNG). Perhitungan dibawah ini menggunakan HSD subsidi dan harga LNG 8 US\$. Tabel dibawah merupakan biaya operasional bahan bakar *single fuel* dan *dual fuel*.

Tabel 4. 32 Biaya Operasional Bahan Bakar HSD KM. Labobar

Pelabuhan	KODE	FOC		BIAYA (Rp)
		TON	LITER	
Surabaya	Sandar	15.87	18667.10476	96,135,589.52
Makassar	SUB-MKS	57.84	68042.58976	350,419,337.25
Sorong	MKS-SOR	106.00	124704.76	642,229,513.85
Manokwari	SOR-MNW	33.16	39007.0856	200,886,490.86
Wasior	MNW-WSR	20.02	23553.76645	121,301,897.24
Nabire	WRS-NBR	17.83	20978.21326	108,037,798.30
Jayapura	NBR-JYP	52.26	61482.64528	316,635,623.19
Jayapura	Sandar	3.29	3874.304762	19,952,669.52
Nabire	JYP-NBR	52.86	62187.06433	320,263,381.28
Wasior	NBR-WRS	17.83	20978.21326	108,037,798.30
Manokwari	WRS-MNW	20.62	24258.1855	124,929,655.34
Sorong	MNW-SOR	33.16	39007.0856	200,886,490.86
Makassar	SOR-MKS	106.60	125409.179	645,857,271.94
Surabaya	MKS-SUB	56.64	66633.75166	343,163,821.06
TOTAL				3,598,737,338.52

Tabel 4. 33 Biaya Operasional Bahan Bakar Dual fuel KM.Labobar

Pelabuhan	KODE	BIAYA BAHAN BAKAR (Rp)		
		HSD	LNG	TOTAL
Surabaya	Sandar	28,840,676.86	51,129,687.31	79,970,364.17
Makassar	SUB-MKS	105,125,801.18	186,370,429.83	291,496,231.00
Sorong	MKS-SOR	192,668,854.15	341,569,593.39	534,238,447.55
Manokwari	SOR-MNW	60,265,947.26	106,841,425.88	167,107,373.14
Wasior	MNW-WSR	36,390,569.17	64,514,381.27	100,904,950.44
Nabire	WRS-NBR	32,411,339.49	57,459,873.83	89,871,213.33
Jayapura	NBR-JYP	94,990,686.96	168,402,570.63	263,393,257.59
Jayapura	Sandar	5,985,800.86	10,611,821.89	16,597,622.75
Nabire	JYP-NBR	96,079,014.39	170,331,992.79	266,411,007.18
Wasior	NBR-WRS	32,411,339.49	57,459,873.83	89,871,213.33
Manokwari	WRS-MNW	37,478,896.60	66,443,803.43	103,922,700.03
Sorong	MNW-SOR	60,265,947.26	106,841,425.88	167,107,373.14
Makassar	SOR-MKS	193,757,181.58	343,499,015.56	537,256,197.14
Surabaya	MKS-SUB	102,949,146.32	182,511,585.50	285,460,731.82
JUMLAH				2,993,608,682.59

Karena dalam setahun KM. Labobar melakukan 21 roundtrip, maka biaya bahan bakar dikalikan 21.

$$\text{Revenue} = (\text{Single fuel} - \text{Dual fuel}) \times 21$$

$$\text{Revenue} = (3,598,737,338.52 - 2,993,608,682.59) \times 21$$

$$\text{Revenue} = \text{Rp. } 12,707,701,701,774.59$$

Untuk container KM. Gunung Dempo akan dikurangi sebanyak 7 unit, dan biaya kirim sebesar Rp. 20,000,000/container/trip. sehingga dalam satu roundtrip KM. Gunung Dempo mengalami kerugian container sebesar.

$$\text{Container Loss} = 7 \cdot 2 \cdot 20,000,000 = \text{Rp. } 480,000,000$$

Karena dalam satu tahun ada 21 roundtrip, maka kerugian sebesar

$$= \text{Rp. } 480,000,000 \cdot 21 = \text{Rp. } 5,880,000,000$$

Capital expenditure merupakan biaya modifikasi *single fuel* menjadi *dual fuel diesel engine*.

Tabel 4. 34 Biaya Modifikasi Dual fuel KM. Labobar

INVESTATION	QTY	VALUE	TOTAL
CONVERTER KIT			
MAIN ENGINE	2	3,000,000,000.00	6,000,000,000.00
AUX. ENGINE	4	1,100,000,000.00	4,400,000,000.00
EVAPORATOR	2	250,000,000.00	500,000,000.00
ISO LNG TANK	6	400,000,000.00	2,400,000,000.00
CRYOPUMP	2	200,000,000.00	400,000,000.00
PIPING	1	200,000,000.00	200,000,000.00
CABLE ROUTING	1	130,000,000.00	130,000,000.00
DOCKING	1	1,855,000,000.00	1,855,000,000.00
INSTAL JOB	1	500,000,000.00	500,000,000.00
Sub Total cost			16,135,000,000.00
Price List(ppn 10%)			1,613,500,000.00
Total Cost			17,748,500,000.00

Harga yang tertera pada tabel 4.28 diperoleh dari beberapa sumber. Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa biaya modifikasi *dual fuel* sebesar Rp. 17,748,500,000.

Operational Expenditure yang dimasukkan hanya biaya *maintenance* saja. Besar biaya *maintenance* yaitu selisih antara biaya *maintenance single fuel* dengan *dual fuel*.

$$\begin{aligned} \text{Maintenance} &= 2067000000 - 13780000000 \\ &= \text{Rp. } 689,000,000 \end{aligned}$$

4.2.2.2 Perhitungan Payback periode, NPV dan IRR

Dari perhitungan revenue, operational expenditure, capital expenditure dan container loss kemudian dihitung NPV seperti

tabel dibawah. Suku Bunga yang digunakan yaitu sebesar 10 %. Pada tabel terdapat nilai depresiasi dari harga kapal. Dimana nilai depresiasi dihitung dengan metode garis lurus oleh *pujawan,2012*.

$$D = \frac{P - S}{N}$$

$$D = \frac{13,780,000,000 - 1000000000}{20}$$

$$D = Rp. 189,000,000$$

Langkah untuk menghitung NPV yaitu dengan menghitung Present Worth lebih dahulu. Dengan cara mengurangi Capital expenditure dengan revenue, container loss, operational expenditure dan depresiasi, maka akan didapat cashflow. Berikut ini adalah rumus dari present worth menurut *pujawan,2012* :

$$P = \frac{F}{(1 + i)^N}$$

$$P = \frac{6,764,701,774}{(1 + 10\%)^1} = Rp. 6,149,728,885.99$$

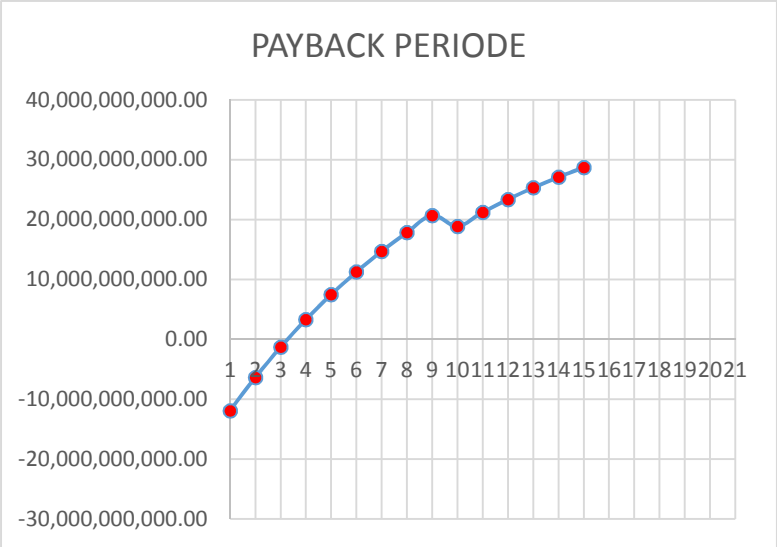
$$Cumulative\ Cashflow = Capex - Present\ Worth$$

$$Cashflow = -18,023,500,000 - 6,6,149,728,885.99$$

$$Cashflow = -Rp. 11,873,771,114.01$$

Pada saat tahun ke 10 akan ada penggantian *converter kit*, karena life time dari *converter kit* sudah habis. Jadi akan ada penambahan investasi pada tahun ke 10, dan harga *converter kit* diasumsikan naik 10% sebesar Rp. 11,440,000,000.

Jadi Present Value di tahun pertama yaitu sebesar minus Rp. 11,873,771,114.01. Dari grafik 4.2 dapat diketahui bahwa *payback period*nya pada tahun 2,7 sudah memperoleh keuntungan Rp. 3,419,694,410.13. Dengan NPV pada tahun ke-15 sebesar Rp. 29,018,744,302.91. Sedangkan IRR yaitu sebesar 36.1%.



Grafik 4. 2 Grafik payback periode KM. Labobar

4.2.3 Analisis Ekonomis KM. Dobonsolo

4.2.3.1 Revenue, Capital Expenditure, dan Operational Expenditure

Pendapatan didapatkan dari selisih biaya operasional bahan bakar menggunakan HSD dan *dual fuel* (HSD-LNG). Perhitungan dibawah ini menggunakan HSD subsidi dan harga LNG 8 US\$. Tabel dibawah merupakan biaya operasional bahan bakar *single fuel* dan *dual fuel*.

Tabel 4. 35 Biaya Operasional Bahan Bakar HSD KM. Dobonsolo

Pelabuhan	KODE	FOC		BIAYA (Rp)
		TON	LITER	
Tanjung Priok		10.42	12261.11437	63,144,739.00
Surabaya	TPR-SUB	38.26	45013.5515	231,819,790.24
Makassar	SUB-MKS	44.47	52312.71919	269,410,503.85

Bau-bau	MKS-BAU	24.69	29052.87008	149,622,280.90
Sorong	BAU-SOR	59.20	69652.40773	358,709,899.81
Manokwari	SOR-MNW	26.25	30877.662	159,019,959.30
Jayapura	MNW-JYP	43.70	51412.81904	264,776,018.03
Jayapura	SANDAR	2.70	3178.807429	16,370,858.26
Manokwari	JYP-MNW	44.09	51866.93438	267,114,712.07
Sorong	MNW-SOR	26.63	31331.77735	161,358,653.34
Bau-bau	SOR-BAU	58.82	69198.29238	356,371,205.77
Makassar	BAU-MKS	25.85	30415.21612	156,638,363.01
Surabaya	MKS-SUB	44.47	52312.71919	269,410,503.85
Tanjung Priok	SUB-TPR	37.50	44113.65134	227,185,304.42
JUMLAH				2,950,952,791.87

Tabel 4. 36 Biaya Operasional Bahan Bakar Dual fuel KM. Dobonsolo

Pelabuhan	KODE	BIAYA BAHAN BAKAR (Rp)		
		HSD	LNG	TOTAL
T.Priok		18,943,421.70	33,583,512.38	52,526,934.08
Surabaya	TPR-SUB	69,545,937.07	123,293,292.80	192,839,229.87
Makassar	SUB-MKS	80,823,151.16	143,285,903.67	224,109,054.83
Bau-bau	MKS-BAU	44,886,684.27	79,576,569.67	124,463,253.94
Sorong	BAU-SOR	107,612,969.94	190,779,763.28	298,392,733.23
Manokwari	SOR-MNW	47,705,987.79	84,574,722.38	132,280,710.18
Jayapura	MNW-JYP	79,432,805.41	140,821,053.64	220,253,859.05
Jayapura	SANDAR	4,911,257.48	8,706,836.54	13,618,094.02
Manokwari	JYP-MNW	80,134,413.62	142,064,887.43	222,199,301.05
Sorong	MNW-SOR	48,407,596.00	85,818,556.18	134,226,152.18
Bau-bau	SOR-BAU	106,911,361.73	189,535,929.49	296,447,291.22
Makassar	BAU-MKS	46,991,508.90	83,308,071.04	130,299,579.94
Surabaya	MKS-SUB	80,823,151.16	143,285,903.67	224,109,054.83

Tanjung Priok	SUB-TPR	68,155,591.33	120,828,442.76	188,984,034.09
JUMLAH				2,454,749,282.50

Karena dalam setahun KM. Dobonsolo melakukan 22 roundtrip, maka biaya bahan bakar dikalikan 22.

$$\text{Revenue} = (\text{Single fuel} - \text{Dual fuel}) \times 22$$

$$\text{Revenue} = (2,950,952,791.87 - 2,454,749,282.50) \times 22$$

$$\text{Revenue} = \text{Rp. } 10,916,477,206.08$$

Untuk container KM. Dobonsolo akan dikurangi sebanyak 6 unit, dan biaya kirim sebesar Rp. 20,000,000/container/trip. sehingga dalam satu roundtrip KM. Dobonsolo mengalami kerugian container sebesar.

$$\text{Container Loss} = 6 \cdot 2 \cdot 20,000,000 = \text{Rp. } 240,000,000$$

Karena dalam satu tahun ada 22 roundtrip, maka kerugian sebesar

$$= \text{Rp. } 240,000,000 \cdot 22$$

$$= \text{Rp. } 5,280,000,000$$

Capital expenditure merupakan biaya modifikasi *single fuel* menjadi *dual fuel diesel engine*.

Tabel 4. 37 Biaya Modifikasi Dual fuel KM. Dobonsolo

INVESTATION	QTY	VALUE	TOTAL
CONVERTER KIT			
MAIN ENGINE	2	3,000,000,000.00	6,000,000,000.00
AUX. ENGINE	4	1,100,000,000.00	4,400,000,000.00
EVAPORATOR	2	250,000,000.00	500,000,000.00
ISO LNG TANK	4	400,000,000.00	1,600,000,000.00
CRYOPUMP	2	200,000,000.00	400,000,000.00
PIPING	1	200,000,000.00	200,000,000.00

CABLE ROUTING	1	130,000,000.00	130,000,000.00
DOCKING	1	1,855,000,000.00	1,855,000,000.00
INSTAL JOB	1	500,000,000.00	500,000,000.00
Sub Total cost			15,335,000,000.00
Price List(ppn 10%)			1,533,500,000.00
Total Cost			16,868,500,000.00

Harga yang tertera pada tabel 4.31 diperoleh dari beberapa sumber. Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa biaya modifikasi *dual fuel* sebesar Rp. 16,868,500,000.

Operational Expenditure yang dimasukkan hanya biaya *maintenance* saja. Besar biaya *maintenance* yaitu selisih antara biaya *maintenance single fuel* dengan *dual fuel*.

$$\begin{aligned} \text{Maintenance} &= 1947000000 - 12890000000 \\ &= \text{Rp. } 649,000,000 \end{aligned}$$

4.2.3.2 Perhitungan *Payback periode*, NPV dan IRR

Dari perhitungan revenue, operational expenditure, capital expenditure dan container loss kemudian dihitung NPV seperti tabel dibawah. Suku Bunga yang digunakan yaitu sebesar 10 %. Pada tabel terdapat nilai depresiasi dari harga kapal. Dimana nilai depresiasi dihitung dengan metode garis lurus oleh *pujawan,2012*.

$$\begin{aligned} D &= \frac{P - S}{N} \\ D &= \frac{12,980,000,000 - 1000000000}{20} \\ D &= \text{Rp. } 149,000,000 \end{aligned}$$

Langkah untuk menghitung NPV yaitu dengan menghitung Present Worth lebih dahulu. Dengan cara mengurangi Capital expenditure dengan revenue, container loss, operational expenditure dan depresiasi, maka akan didapat cashflow. Berikut ini adalah rumus dari present worth menurut *pujawan,2012* :

$$P = \frac{F}{(1+i)^N}$$

$$P = \frac{4,813,477,206.08}{(1+10\%)^1} = \text{Rp. } 4,375,888,369.16$$

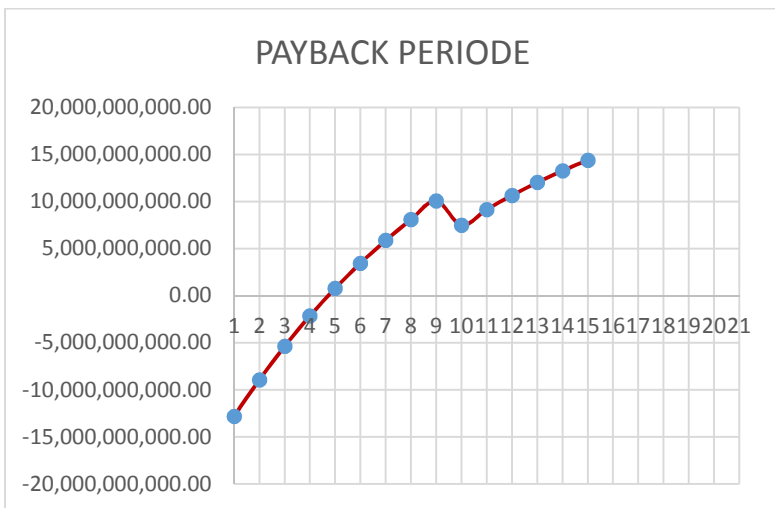
Cummulative Cashflow = Capex – Present Worth

Cashflow = –17,143,500,000 – 4,375,888,369.16

Cashflow = –Rp. 12,767,611,630.84

Pada saat tahun ke 10 akan ada penggantian *converter kit*, karena life time dari *converter kit* sudah habis. Jadi akan ada penambahan investasi pada tahun ke 10, dan harga *converter kit* diasumsikan naik 10% sebesar Rp. 11,440,000,000.

Jadi Present Value di tahun pertama yaitu sebesar minus Rp. 12,767,611,630.84. Dari grafik 4.3 dapat diketahui bahwa *payback period*nya pada tahun 3.6 sudah memperoleh keuntungan Rp. 1,103,365,707.66. Dengan NPV pada tahun ke-15 sebesar Rp. 15,057,575,100.17. Sedangkan IRR yaitu sebesar 25%.



Grafik 4. 3 Grafik payback periode KM. Dobonsolo

lampiran 1 Bahan Bakar KM Gunung Dempo dengan rasio 50:50

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO									
		50 HSD				50 LNG					Total Price (IDR)
		MJ	TON	LITER	Price(IDR)	MJ	TON	mmBtu	m3	Price(IDR)	
Tanjung Priok	151228.86	75614.43	1.77	2078.46	10,704,076.92	75614.43	1.42	77.27	2.73	8,132,800.60	18,836,877.52
Surabaya	1618842.12	809421.06	18.91	22249.07	114,582,695.67	809421.06	15.21	827.11	29.26	87,058,251.04	201,640,946.71
Makassar	1928404.08	964202.04	22.53	26503.63	136,493,692.08	964202.04	18.12	985.27	34.85	103,705,904.64	240,199,596.72
Ambon	2053779.45	1026889.73	23.99	28226.77	145,367,841.99	1026889.73	19.30	1049.33	37.12	110,448,353.55	255,816,195.54
Sorong	1485065.15	742532.58	17.35	20410.46	105,113,874.81	742532.58	13.96	758.76	26.84	79,863,979.88	184,977,854.69
Biak	1547752.84	773876.42	18.08	21272.03	109,550,949.77	773876.42	14.55	790.79	27.97	83,235,204.33	192,786,154.10
Jayapura	1309280.16	654640.08	15.30	17994.50	92,671,699.26	654640.08	12.31	668.95	23.66	70,410,597.44	163,082,296.70
Jayapura	67212.83	33606.41	0.79	923.76	4,757,367.52	33606.41	0.63	34.34	1.21	3,614,578.04	8,371,945.57
Biak	1334484.97	667242.49	15.59	18340.91	94,455,712.08	667242.49	12.54	681.82	24.12	71,766,064.21	166,221,776.28
Sorong	1556154.44	778077.22	18.18	21387.50	110,145,620.71	778077.22	14.63	795.08	28.13	83,687,026.59	193,832,647.30
Ambon	1485065.15	742532.58	17.35	20410.46	105,113,874.81	742532.58	13.96	758.76	26.84	79,863,979.88	184,977,854.69
Makassar	2070582.66	1035291.33	24.19	28457.71	146,557,183.87	1035291.33	19.46	1057.92	37.42	111,351,998.06	257,909,181.93
Surabaya	1920002.48	960001.24	22.43	26388.16	135,899,021.14	960001.24	18.05	980.98	34.70	103,254,082.39	239,153,103.52
Tanjung Priok	1593637.31	796818.66	18.62	21902.66	112,798,682.85	796818.66	14.98	814.23	28.80	85,702,784.27	198,501,467.12

lampiran 2 Bahan Bakar KM Gunung Dempo dengan rasio 40:60

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO									
		40 HSD				60 LNG					Total Price(IDR)
		MJ	TON	LITER	Price(IDR)	MJ	TON	mmBtu	m3	Price(IDR)	
Tanjung Priok	151228.86	60491.54	1.41	1662.77	8,563,261.54	90737.32	1.71	92.72	3.28	9,759,360.72	18,322,622.26
Surabaya	1618842.12	647536.85	15.13	17799.25	91,666,156.53	971305.27	18.26	992.53	35.11	104,469,901.25	196,136,057.78
Makassar	1928404.08	771361.63	18.02	21202.90	109,194,953.66	1157042.45	21.75	1182.33	41.82	124,447,085.57	233,642,039.23
Ambon	2053779.45	821511.78	19.19	22581.41	116,294,273.59	1232267.67	23.16	1259.20	44.54	132,538,024.26	248,832,297.85
Sorong	1485065.15	594026.06	13.88	16328.37	84,091,099.85	891039.09	16.75	910.51	32.21	95,836,775.85	179,927,875.70
Biak	1547752.84	619101.13	14.46	17017.62	87,640,759.82	928651.70	17.46	948.95	33.57	99,882,245.20	187,523,005.01
Jayapura	1309280.16	523712.07	12.24	14395.60	74,137,359.41	785568.10	14.77	802.74	28.40	84,492,716.93	158,630,076.33
Jayapura	67212.83	26885.13	0.63	739.01	3,805,894.02	40327.70	0.76	41.21	1.46	4,337,493.65	8,143,387.67
Biak	1334484.97	533793.99	12.47	14672.73	75,564,569.66	800690.98	15.05	818.19	28.94	86,119,277.05	161,683,846.71
Sorong	1556154.44	622461.78	14.54	17110.00	88,116,496.57	933692.66	17.55	954.10	33.75	100,424,431.90	188,540,928.47
Ambon	1485065.15	594026.06	13.88	16328.37	84,091,099.85	891039.09	16.75	910.51	32.21	95,836,775.85	179,927,875.70
Makassar	2070582.66	828233.06	19.35	22766.16	117,245,747.10	1242349.60	23.35	1269.50	44.91	133,622,397.67	250,868,144.77
Surabaya	1920002.48	768000.99	17.94	21110.53	108,719,216.91	1152001.49	21.65	1177.18	41.64	123,904,898.86	232,624,115.77
Tanjung Priok	1593637.31	637454.93	14.89	17522.13	90,238,946.28	956182.39	17.97	977.08	34.56	102,843,341.13	193,082,287.41

lampiran 3 Bahan Bakar KM Gunung Dempo dengan rasio 30:70

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO									
		30 HSD				70 LNG					Total price(IDR)
		MJ	TON	Liter	Price(IDR)	MJ	TON	mmBtu	m3	price(IDR)	
Tanjung Priok	151228.86	45368.66	1.06	1247.08	6,422,446.15	105860.20	1.99	108.17	3.83	11,385,920.84	17,808,366.99
Surabaya	1618842.12	485652.64	11.35	13349.44	68,749,617.40	1133189.49	21.30	1157.95	40.96	121,881,551.46	190,631,168.86
Makassar	1928404.08	578521.23	13.52	15902.18	81,896,215.25	1349882.86	25.37	1379.38	48.80	145,188,266.50	227,084,481.74
Ambon	2053779.45	616133.84	14.40	16936.06	87,220,705.20	1437645.62	27.02	1469.06	51.97	154,627,694.97	241,848,400.16
Sorong	1485065.15	445519.55	10.41	12246.28	63,068,324.89	1039545.61	19.54	1062.26	37.58	111,809,571.83	174,877,896.72
Biak	1547752.84	464325.85	10.85	12763.22	65,730,569.86	1083426.99	20.37	1107.10	39.16	116,529,286.06	182,259,855.93
Jayapura	1309280.16	392784.05	9.18	10796.70	55,603,019.55	916496.11	17.23	936.52	33.13	98,574,836.42	154,177,855.97
Jayapura	67212.83	20163.85	0.47	554.26	2,854,420.51	47048.98	0.88	48.08	1.70	5,060,409.26	7,914,829.77
Biak	1334484.97	400345.49	9.35	11004.55	56,673,427.25	934139.48	17.56	954.55	33.77	100,472,489.89	157,145,917.13
Sorong	1556154.44	466846.33	10.91	12832.50	66,087,372.43	1089308.11	20.48	1113.11	39.38	117,161,837.22	183,249,209.65
Ambon	1485065.15	445519.55	10.41	12246.28	63,068,324.89	1039545.61	19.54	1062.26	37.58	111,809,571.83	174,877,896.72
Makassar	2070582.66	621174.80	14.51	17074.62	87,934,310.32	1449407.86	27.24	1481.08	52.39	155,892,797.28	243,827,107.61
Surabaya	1920002.48	576000.74	13.46	15832.90	81,539,412.68	1344001.74	25.26	1373.37	48.58	144,555,715.34	226,095,128.02
Tanjung Priok	1593637.31	478091.19	11.17	13141.59	67,679,209.71	1115546.12	20.97	1139.92	40.32	119,983,897.98	187,663,107.69

lampiran 4 Bahan Bakar KM Labobar dengan rasio 50:50

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO									
		50 HSD				50 LNG					Total Price (IDR)
		MJ	TON	LITER	Price(IDR)	MJ	TON	mmBtu	m3	Price(IDR)	
Surabaya	679109.27	339554.64	7.93	9333.55	48,067,794.76	339554.64	6.38	346.98	12.27	36,521,205.22	84,588,999.98
Makassar	2475389.42	1237694.71	28.92	34021.29	175,209,668.63	1237694.71	23.26	1264.74	44.74	133,121,735.59	308,331,404.22
Sorong	4536759.17	2268379.58	53.00	62352.38	321,114,756.92	2268379.58	42.64	2317.95	82.00	243,978,281.00	565,093,037.92
Manokwari	1419077.77	709538.89	16.58	19503.54	100,443,245.43	709538.89	13.34	725.04	25.65	76,315,304.20	176,758,549.63
Wasior	856886.02	428443.01	10.01	11776.88	60,650,948.62	428443.01	8.05	437.81	15.49	46,081,700.91	106,732,649.53
Nabire	763187.40	381593.70	8.92	10489.11	54,018,899.15	381593.70	7.17	389.93	13.79	41,042,767.02	95,061,666.18
Jayapura	2236738.64	1118369.32	26.13	30741.32	158,317,811.59	1118369.32	21.02	1142.81	40.43	120,287,550.45	278,605,362.04
Jayapura	140947.21	70473.60	1.65	1937.15	9,976,334.76	70473.60	1.32	72.01	2.55	7,579,872.78	17,556,207.54
Nabire	2262365.40	1131182.70	26.43	31093.53	160,131,690.64	1131182.70	21.26	1155.90	40.89	121,665,709.14	281,797,399.78
Wasior	763187.40	381593.70	8.92	10489.11	54,018,899.15	381593.70	7.17	389.93	13.79	41,042,767.02	95,061,666.18
Manokwari	882512.79	441256.39	10.31	12129.09	62,464,827.67	441256.39	8.29	450.90	15.95	47,459,859.59	109,924,687.26
Sorong	1419077.77	709538.89	16.58	19503.54	100,443,245.43	709538.89	13.34	725.04	25.65	76,315,304.20	176,758,549.63
Makassar	4562385.93	2281192.97	53.30	62704.59	322,928,635.97	2281192.97	42.88	2331.04	82.46	245,356,439.68	568,285,075.65
Surabaya	2424135.89	1212067.94	28.32	33316.88	171,581,910.53	1212067.94	22.78	1238.56	43.81	130,365,418.21	301,947,328.74

lampiran 5 Bahan Bakar KM Labobar dengan rasio 40:60

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO									
		40 HSD				60 LNG					Total Price(IDR)
		MJ	TON	LITER	Price(IDR)	MJ	TON	mmBtu	m3	Price(IDR)	
Surabaya	679109.27	271643.71	6.35	7466.84	38,454,235.81	407465.56	7.66	416.37	14.73	43,825,446.27	82,279,682.08
Makassar	2475389.42	990155.77	23.13	27217.04	140,167,734.90	1485233.65	27.92	1517.69	53.69	159,746,082.71	299,913,817.61
Sorong	4536759.17	1814703.67	42.40	49881.90	256,891,805.54	2722055.50	51.17	2781.54	98.40	292,773,937.20	549,665,742.73
Manokwari	1419077.77	567631.11	13.26	15602.83	80,354,596.34	851446.66	16.00	870.05	30.78	91,578,365.04	171,932,961.38
Wasior	856886.02	342754.41	8.01	9421.51	48,520,758.90	514131.61	9.66	525.37	18.58	55,298,041.09	103,818,799.98
Nabire	763187.40	305274.96	7.13	8391.29	43,215,119.32	457912.44	8.61	467.92	16.55	49,251,320.43	92,466,439.75
Jayapura	2236738.64	894695.45	20.90	24593.06	126,654,249.28	1342043.18	25.23	1371.37	48.51	144,345,060.54	270,999,309.82
Jayapura	140947.21	56378.88	1.32	1549.72	7,981,067.81	84568.32	1.59	86.42	3.06	9,095,847.34	17,076,915.15
Nabire	2262365.40	904946.16	21.14	24874.83	128,105,352.51	1357419.24	25.52	1387.08	49.07	145,998,850.97	274,104,203.48
Wasior	763187.40	305274.96	7.13	8391.29	43,215,119.32	457912.44	8.61	467.92	16.55	49,251,320.43	92,466,439.75
Manokwari	882512.79	353005.12	8.25	9703.27	49,971,862.13	529507.67	9.95	541.08	19.14	56,951,831.51	106,923,693.65
Sorong	1419077.77	567631.11	13.26	15602.83	80,354,596.34	851446.66	16.00	870.05	30.78	91,578,365.04	171,932,961.38
Makassar	4562385.93	1824954.37	42.64	50163.67	258,342,908.78	2737431.56	51.46	2797.25	98.95	294,427,727.62	552,770,636.40
Surabaya	2424135.89	969654.35	22.66	26653.50	137,265,528.42	1454481.53	27.34	1486.27	52.58	156,438,501.86	293,704,030.28

lampiran 6 Bahan Bakar KM Labobar dengan rasio 30:70

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO									
		30 HSD				70 LNG					Total price(IDR)
		MJ	TON	Liter	Price(IDR)	MJ	TON	mmBtu	m3	price(IDR)	
Surabaya	679109.27	203732.78	4.76	5600.13	28,840,676.86	475376.49	8.94	485.77	17.18	51,129,687.31	79,970,364.17
Makssar	2475389.42	742616.82	17.35	20412.78	105,125,801.18	1732772.59	32.57	1770.64	62.64	186,370,429.83	291,496,231.00
Sorong	4536759.17	1361027.75	31.80	37411.43	192,668,854.15	3175731.42	59.69	3245.13	114.80	341,569,593.39	534,238,447.55
Manokwari	1419077.77	425723.33	9.95	11702.13	60,265,947.26	993354.44	18.67	1015.06	35.91	106,841,425.88	167,107,373.14
Wasior	856886.02	257065.81	6.01	7066.13	36,390,569.17	599820.22	11.27	612.93	21.68	64,514,381.27	100,904,950.44
Nabire	763187.40	228956.22	5.35	6293.46	32,411,339.49	534231.18	10.04	545.91	19.31	57,459,873.83	89,871,213.33
Jayapura	2236738.64	671021.59	15.68	18444.79	94,990,686.96	1565717.04	29.43	1599.93	56.60	168,402,570.63	263,393,257.59
Jayapura	140947.21	42284.16	0.99	1162.29	5,985,800.86	98663.05	1.85	100.82	3.57	10,611,821.89	16,597,622.75
Nabire	2262365.40	678709.62	15.86	18656.12	96,079,014.39	1583655.78	29.77	1618.26	57.25	170,331,992.79	266,411,007.18
Wasior	763187.40	228956.22	5.35	6293.46	32,411,339.49	534231.18	10.04	545.91	19.31	57,459,873.83	89,871,213.33
Manokwari	882512.79	264753.84	6.19	7277.46	37,478,896.60	617758.95	11.61	631.26	22.33	66,443,803.43	103,922,700.03
Sorong	1419077.77	425723.33	9.95	11702.13	60,265,947.26	993354.44	18.67	1015.06	35.91	106,841,425.88	167,107,373.14
Makassar	4562385.93	1368715.78	31.98	37622.75	193,757,181.58	3193670.15	60.03	3263.46	115.44	343,499,015.56	537,256,197.14
Surabaya	2424135.89	727240.77	16.99	19990.13	102,949,146.32	1696895.12	31.90	1733.98	61.34	182,511,585.50	285,460,731.82

lampiran 7 Bahan Bakar KM.Dobonsolo dengan rasio 50:50

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO									
		50 HSD				50 LNG					Total Price (IDR)
		MJ	TON	LITER	Price(IDR)	MJ	TON	mmBtu	m3	Price(IDR)	
Tanjung Priok	446059.34	223029.67	5.21	6130.56	31,572,369.50	223029.67	4.19	227.90	8.06	23,988,223.13	55,560,592.63
Surabaya	1637593.00	818796.50	19.13	22506.78	115,909,895.12	818796.50	15.39	836.69	29.60	88,066,637.71	203,976,532.83
Makassar	1903136.72	951568.36	22.23	26156.36	134,705,251.93	951568.36	17.89	972.36	34.40	102,347,074.05	237,052,325.98
Bau-bau	1056943.41	528471.71	12.35	14526.44	74,811,140.45	528471.71	9.93	540.02	19.10	56,840,406.90	131,651,547.35
Sorong	2533954.59	1266977.30	29.60	34826.20	179,354,949.91	1266977.30	23.82	1294.67	45.80	136,271,259.49	315,626,209.39
Manokwari	1123329.34	561664.67	13.12	15438.83	79,509,979.65	561664.67	10.56	573.94	20.30	60,410,515.99	139,920,495.64
Jayapura	1870398.36	935199.18	21.85	25706.41	132,388,009.02	935199.18	17.58	955.64	33.81	100,586,466.89	232,974,475.90
Jayapura	115645.01	57822.51	1.35	1589.40	8,185,429.13	57822.51	1.09	59.09	2.09	6,219,168.96	14,404,598.09
Manokwari	1886919.07	943459.54	22.04	25933.47	133,557,356.03	943459.54	17.73	964.08	34.10	101,474,919.60	235,032,275.63
Sorong	1139850.06	569925.03	13.32	15665.89	80,679,326.67	569925.03	10.71	582.38	20.60	61,298,968.70	141,978,295.37
Bau-bau	2517433.88	1258716.94	29.41	34599.15	178,185,602.89	1258716.94	23.66	1286.22	45.50	135,382,806.78	313,568,409.67
Makassar	1106505.56	553252.78	12.93	15207.61	78,319,181.51	553252.78	10.40	565.34	20.00	59,505,765.03	137,824,946.53
Surabaya	1903136.72	951568.36	22.23	26156.36	134,705,251.93	951568.36	17.89	972.36	34.40	102,347,074.05	237,052,325.98
Tanjung Priok	1604854.64	802427.32	18.75	22056.83	113,592,652.21	802427.32	15.08	819.96	29.01	86,306,030.55	199,898,682.76

lampiran 8 Bahan Bakar KM.Dobonsolo dengan rasio 40:60

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO									
		40 HSD				60 LNG					Total Price(IDR)
		MJ	TON	LITER	Price(IDR)	MJ	TON	mmBtu	m3	Price(IDR)	
Tanjung Priok	446059.34	178423.74	4.17	4904.45	25,257,895.60	267635.60	5.03	273.48	9.67	28,785,867.75	54,043,763.35
Surabaya	1637593.00	655037.20	15.30	18005.42	92,727,916.10	982555.80	18.47	1004.03	35.52	105,679,965.25	198,407,881.35
Makassar	1903136.72	761254.69	17.79	20925.09	107,764,201.54	1141882.03	21.46	1166.84	41.28	122,816,488.86	230,580,690.40
Bau-bau	1056943.41	422777.37	9.88	11621.15	59,848,912.36	634166.05	11.92	648.02	22.92	68,208,488.28	128,057,400.64
Sorong	2533954.59	1013581.84	23.68	27860.96	143,483,959.92	1520372.76	28.58	1553.60	54.96	163,525,511.39	307,009,471.31
Manokwari	1123329.34	449331.74	10.50	12351.06	63,607,983.72	673997.61	12.67	688.73	24.36	72,492,619.19	136,100,602.91
Jayapura	1870398.36	748159.34	17.48	20565.13	105,910,407.21	1122239.01	21.09	1146.76	40.57	120,703,760.26	226,614,167.48
Jayapura	115645.01	46258.01	1.08	1271.52	6,548,343.30	69387.01	1.30	70.90	2.51	7,463,002.75	14,011,346.05
Manokwari	1886919.07	754767.63	17.63	20746.77	106,845,884.83	1132151.44	21.28	1156.89	40.93	121,769,903.51	228,615,788.34
Sorong	1139850.06	455940.02	10.65	12532.71	64,543,461.34	683910.04	12.86	698.86	24.72	73,558,762.44	138,102,223.77
Bau-bau	2517433.88	1006973.55	23.53	27679.32	142,548,482.31	1510460.33	28.39	1543.47	54.60	162,459,368.14	305,007,850.45
Makassar	1106505.56	442602.22	10.34	12166.09	62,655,345.20	663903.34	12.48	678.41	24.00	71,406,918.03	134,062,263.24
Surabaya	1903136.72	761254.69	17.79	20925.09	107,764,201.54	1141882.03	21.46	1166.84	41.28	122,816,488.86	230,580,690.40
Tanjung Priok	1604854.64	641941.85	15.00	17645.46	90,874,121.77	962912.78	18.10	983.96	34.81	103,567,236.66	194,441,358.42

lampiran 9 Bahan Bakar KM.Dobonsolo dengan rasio 30:70

Pelabuhan	Q ENGINE (MJ)	FUEL RASIO									
		30 HSD				70 LNG					Total price(IDR)
		MJ	TON	Liter	Price(IDR)	MJ	TON	mmBtu	m3	price(IDR)	
Tanjung Priok	446059.34	133817.80	3.13	3678.33	18,943,421.70	312241.54	5.87	319.07	11.29	33,583,512.38	52,526,934.08
Surabaya	1637593.00	491277.90	11.48	13504.07	69,545,937.07	1146315.10	21.55	1171.37	41.44	123,293,292.80	192,839,229.87
Makassar	1903136.72	570941.02	13.34	15693.82	80,823,151.16	1332195.71	25.04	1361.31	48.16	143,285,903.67	224,109,054.83
Bau-bau	1056943.41	317083.02	7.41	8715.86	44,886,684.27	739860.39	13.91	756.03	26.74	79,576,569.67	124,463,253.94
Sorong	2533954.59	760186.38	17.76	20895.72	107,612,969.94	1773768.22	33.34	1812.53	64.12	190,779,763.28	298,392,733.23
Manokwari	1123329.34	336998.80	7.87	9263.30	47,705,987.79	786330.54	14.78	803.51	28.42	84,574,722.38	132,280,710.18
Jayapura	1870398.36	561119.51	13.11	15423.85	79,432,805.41	1309278.85	24.61	1337.89	47.33	140,821,053.64	220,253,859.05
Jayapura	115645.01	34693.50	0.81	953.64	4,911,257.48	80951.51	1.52	82.72	2.93	8,706,836.54	13,618,094.02
Manokwari	1886919.07	566075.72	13.23	15560.08	80,134,413.62	1320843.35	24.83	1349.71	47.75	142,064,887.43	222,199,301.05
Sorong	1139850.06	341955.02	7.99	9399.53	48,407,596.00	797895.04	15.00	815.33	28.84	85,818,556.18	134,226,152.18
Bau-bau	2517433.88	755230.16	17.65	20759.49	106,911,361.73	1762203.71	33.12	1800.71	63.70	189,535,929.49	296,447,291.22
Makassar	1106505.56	331951.67	7.76	9124.56	46,991,508.90	774553.89	14.56	791.48	28.00	83,308,071.04	130,299,579.94
Surabaya	1903136.72	570941.02	13.34	15693.82	80,823,151.16	1332195.71	25.04	1361.31	48.16	143,285,903.67	224,109,054.83
Tanjung Priok	1604854.64	481456.39	11.25	13234.10	68,155,591.33	1123398.25	21.12	1147.95	40.61	120,828,442.76	188,984,034.09

lampiran 10 Perhitungan Ekonomis KM. gunung Dempo Menggunakan HSD subsidi dan LNG 8 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASHFLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,143,500,000.00					-17,143,500,000.00	-17,143,500,000.00	0	0.00
1	2019		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	80,750,000	4,275,980,644.16	-12,867,519,355.84	0	0.00
2	2020		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	-8,672,288,711.69	0	0.00
3	2021		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	-4,477,058,067.53	0	0.00
4	2022		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	-281,827,423.38	0	0.00
5	2023		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	3,913,403,220.78	1	4.07
6	2024		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	8,108,633,864.93	2	0.00
7	2025		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	12,303,864,509.09	3	0.00
8	2026		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	16,499,095,153.24	4	0.00
9	2027		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	20,694,325,797.40	5	0.00
10	2028	11,440,000,000.00	10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	-7,244,769,355.84	13,449,556,441.56	6	0.00
11	2029		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	17,644,787,085.71	7	0.00
12	2030		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	21,840,017,729.87	8	0.00
13	2031		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	26,035,248,374.02	9	0.00
14	2032		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	30,230,479,018.18	10	0.00
15	2033		10,058,230,644.16	5,040,000,000	661,500,000	161,500,000	4,195,230,644.16	34,425,709,662.33	11	0.00

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW DISCOUNTED (NPV)
0	2018	1.00	-17,143,500,000.00	-17,143,500,000.00
1	2019	0.91	3,887,255,131.05	-13,256,244,868.95
2	2020	0.83	3,467,132,763.76	-9,789,112,105.18
3	2021	0.75	3,151,938,876.15	-6,637,173,229.03
4	2022	0.68	2,865,398,978.32	-3,771,774,250.72
5	2023	0.62	2,604,908,162.11	-1,166,866,088.61
6	2024	0.56	2,368,098,329.19	1,201,232,240.58
7	2025	0.51	2,152,816,662.90	3,354,048,903.48
8	2026	0.47	1,957,106,057.18	5,311,154,960.66
9	2027	0.42	1,779,187,324.71	7,090,342,285.37
10	2028	0.39	-2,793,172,208.61	4,297,170,076.76
11	2029	0.35	1,470,402,747.69	5,767,572,824.45
12	2030	0.32	1,336,729,770.63	7,104,302,595.08
13	2031	0.29	1,215,208,882.39	8,319,511,477.47
14	2032	0.26	1,104,735,347.63	9,424,246,825.10
15	2033	0.24	1,004,304,861.48	10,428,551,686.58

lampiran 11 Perhitungan Ekonomis KM. Labobar Menggunakan HSD subsidi dan LNG 8 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASHFLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	18,023,500,000					-18,023,500,000.00	-18,023,500,000.00	0	0.000
1	2019		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	-11,258,798,225.41	0	0.000
2	2020		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	-4,494,096,450.82	0	0.000
3	2021		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	2,270,605,323.77	1	2.664
4	2022		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	9,035,307,098.35	2	0.000
5	2023		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	15,800,008,872.94	3	0.000
6	2024		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	22,564,710,647.53	4	0.000
7	2025		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	29,329,412,422.12	5	0.000
8	2026		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	36,094,114,196.71	6	0.000
9	2027		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	42,858,815,971.30	7	0.000
10	2028	11,440,000,000	12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	-4,675,298,225.41	38,183,517,745.89	8	0.000
11	2029		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	44,948,219,520.47	9	0.000
12	2030		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	51,712,921,295.06	10	0.000
13	2031		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	58,477,623,069.65	11	0.000
14	2032		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	65,242,324,844.24	12	0.000
15	2033		12,707,701,774.59	5,040,000,000	701,500,000	201,500,000	6,764,701,774.59	72,007,026,618.83	13	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-18,023,500,000.00	-18,023,500,000.00
1	2019	0.91	6,149,728,885.99	-11,873,771,114.01
2	2020	0.83	5,590,662,623.63	-6,283,108,490.38
3	2021	0.75	5,082,420,566.93	-1,200,687,923.45
4	2022	0.68	4,620,382,333.58	3,419,694,410.13
5	2023	0.62	4,200,347,575.98	7,620,041,986.10
6	2024	0.56	3,818,497,796.34	11,438,539,782.45
7	2025	0.51	3,471,361,633.04	14,909,901,415.49
8	2026	0.47	3,155,783,302.76	18,065,684,718.25
9	2027	0.42	2,868,893,911.60	20,934,578,629.85
10	2028	0.39	-1,802,529,856.89	19,132,048,772.97
11	2029	0.35	2,370,986,703.80	21,503,035,476.77
12	2030	0.32	2,155,442,458.00	23,658,477,934.77
13	2031	0.29	1,959,493,143.64	25,617,971,078.41
14	2032	0.26	1,781,357,403.31	27,399,328,481.72
15	2033	0.24	1,619,415,821.19	29,018,744,302.91

lampiran 12 Perhitungan Ekonomis KM. Dobonsolo Menggunakan HSD subsidi dan LNG 8 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASHFLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,143,500,000					-17,143,500,000.00	-17,143,500,000.00	0	0.000
1	2019		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	-12,330,022,793.92	0	0.000
2	2020		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	-7,516,545,587.84	0	0.000
3	2021		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	-2,703,068,381.76	0	0.000
4	2022		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	2,110,408,824.32	1	3.562
5	2023		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	6,923,886,030.40	2	0.000
6	2024		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	11,737,363,236.48	3	0.000
7	2025		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	16,550,840,442.56	4	0.000
8	2026		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	21,364,317,648.64	5	0.000
9	2027		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	26,177,794,854.72	6	0.000
10	2028	11,440,000,000	10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	-6,626,522,793.92	19,551,272,060.80	7	0.000
11	2029		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	24,364,749,266.87	8	0.000
12	2030		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	29,178,226,472.95	9	0.000
13	2031		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	33,991,703,679.03	10	0.000
14	2032		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	38,805,180,885.11	11	0.000
15	2033		10,916,477,206.08	5,280,000,000	661,500,000	161,500,000	4,813,477,206.08	43,618,658,091.19	12	0.000

NO	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	1.00	-17,143,500,000.00	-17,143,500,000.00
1	0.91	4,375,888,369.16	-12,767,611,630.84
2	0.83	3,978,080,335.60	-8,789,531,295.23
3	0.75	3,616,436,668.73	-5,173,094,626.50
4	0.68	3,287,669,698.85	-1,885,424,927.66
5	0.62	2,988,790,635.31	1,103,365,707.66
6	0.56	2,717,082,395.74	3,820,448,103.40
7	0.51	2,470,074,905.22	6,290,523,008.61
8	0.47	2,245,522,641.11	8,536,045,649.72
9	0.42	2,041,384,219.19	10,577,429,868.91
10	0.39	-2,554,811,395.45	8,022,618,473.46
11	0.35	1,687,094,396.02	9,709,712,869.49
12	0.32	1,533,722,178.20	11,243,435,047.69
13	0.29	1,394,292,889.28	12,637,727,936.96
14	0.26	1,267,538,990.25	13,905,266,927.22
15	0.24	1,152,308,172.96	15,057,575,100.17

lampiran 13 Perhitungan Ekonomis KM. Gunung Dempo Menggunakan HSD subsidi dan LNG 9 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000					-16,868,500,000.00	-16,868,500,000.00	0	0.000
1	2019		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	74,500,000	318,029,296.12	-16,550,470,703.88	0	0.000
2	2020		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-16,306,941,407.75	0	0.000
3	2021		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-16,063,412,111.63	0	0.000
4	2022		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-15,819,882,815.51	0	0.000
5	2023		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-15,576,353,519.38	0	0.000
6	2024		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-15,332,824,223.26	0	0.000
7	2025		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-15,089,294,927.14	0	0.000
8	2026		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-14,845,765,631.02	0	0.000
9	2027		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-14,602,236,334.89	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,196,470,703.88	-25,798,707,038.77	0	0.000
11	2029		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-25,555,177,742.65	0	0.000
12	2030		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-25,311,648,446.52	0	0.000
13	2031		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-25,068,119,150.40	0	0.000
14	2032		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-24,824,589,854.28	0	0.000
15	2033		6,081,529,296.12	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	243,529,296.12	-24,581,060,558.15	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-16868500000.00	-16,868,500,000.00
1	2019	0.95	302885043.93	-16,565,614,956.07
2	2020	0.91	220888250.45	-16,344,726,705.62
3	2021	0.86	210369762.34	-16,134,356,943.29
4	2022	0.82	200352154.60	-15,934,004,788.68
5	2023	0.78	190811575.81	-15,743,193,212.87
6	2024	0.75	181725310.30	-15,561,467,902.57
7	2025	0.71	173071724.09	-15,388,396,178.47
8	2026	0.68	164830213.42	-15,223,565,965.05
9	2027	0.64	156981155.64	-15,066,584,809.41
10	2028	0.61	-6873661757.99	-21,940,246,567.40
11	2029	0.58	142386535.73	-21,797,860,031.67
12	2030	0.56	135606224.50	-21,662,253,807.17
13	2031	0.53	129148785.24	-21,533,105,021.93
14	2032	0.51	122998843.09	-21,410,106,178.84
15	2033	0.48	117141755.32	-21,292,964,423.52

lampiran 14 Perhitungan Ekonomis KM. Labobar Menggunakan HSD subsidi dan LNG 9 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.000
1	2019		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-15,983,015,363.12	0	0.000
2	2020		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-14,217,530,726.24	0	0.000
3	2021		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-12,452,046,089.36	0	0.000
4	2022		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-10,686,561,452.48	0	0.000
5	2023		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-8,921,076,815.60	0	0.000
6	2024		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-7,155,592,178.73	0	0.000
7	2025		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-5,390,107,541.85	0	0.000
8	2026		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-3,624,622,904.97	0	0.000
9	2027		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-1,859,138,268.09	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-9,674,515,363.12	-11,533,653,631.21	0	0.000
11	2029		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-9,768,168,994.33	0	0.000
12	2030		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-8,002,684,357.45	0	0.000
13	2031		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-6,237,199,720.57	0	0.000
14	2032		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-4,471,715,083.69	0	0.000
15	2033		7,683,484,636.88	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	1,765,484,636.88	-2,706,230,446.81	0	0.000

NO	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	0.91	1604986033.53	-16,143,513,966.47
2	0.83	1459078212.30	-14,684,435,754.18
3	0.75	1326434738.45	-13,358,001,015.73
4	0.68	1205849762.23	-12,152,151,253.50
5	0.62	1096227056.57	-11,055,924,196.92
6	0.56	996570051.43	-10,059,354,145.50
7	0.51	905972774.03	-9,153,381,371.47
8	0.47	823611612.75	-8,329,769,758.72
9	0.42	748737829.77	-7,581,031,928.95
10	0.39	-3729944476.73	-11,310,976,405.68
11	0.35	618791594.85	-10,692,184,810.83
12	0.32	562537813.50	-10,129,646,997.32
13	0.29	511398012.28	-9,618,248,985.04
14	0.26	464907283.89	-9,153,341,701.16
15	0.24	422642985.35	-8,730,698,715.81

lampiran 15 Perhitungan Ekonomis KM. Dobonsolo Menggunakan HSD subsidi dan LNG 9 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000				149,000,000	-17,017,500,000.00	-17,017,500,000.00	0	0.000
1	2019		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-16,495,047,267.51	0	0.000
2	2020		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-15,972,594,535.02	0	0.000
3	2021		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-15,450,141,802.53	0	0.000
4	2022		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-14,927,689,070.04	0	0.000
5	2023		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-14,405,236,337.55	0	0.000
6	2024		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-13,882,783,605.06	0	0.000
7	2025		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-13,360,330,872.57	0	0.000
8	2026		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-12,837,878,140.08	0	0.000
9	2027		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-12,315,425,407.59	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-10,917,547,267.51	-23,232,972,675.10	0	0.000
11	2029		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-22,710,519,942.61	0	0.000
12	2030		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-22,188,067,210.12	0	0.000
13	2031		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-21,665,614,477.63	0	0.000
14	2032		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-21,143,161,745.14	0	0.000
15	2033		6,600,452,732.49	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	522,452,732.49	-20,620,709,012.65	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17017500000.00	-17,017,500,000.00
1	2019	0.91	474957029.54	-16,542,542,970.46
2	2020	0.83	431779117.76	-16,110,763,852.70
3	2021	0.75	392526470.69	-15,718,237,382.01
4	2022	0.68	356842246.08	-15,361,395,135.93
5	2023	0.62	324402041.89	-15,036,993,094.04
6	2024	0.56	294910947.18	-14,742,082,146.86
7	2025	0.51	268100861.07	-14,473,981,285.79
8	2026	0.47	243728055.52	-14,230,253,230.27
9	2027	0.42	221570959.56	-14,008,682,270.71
10	2028	0.39	-4209187086.02	-18,217,869,356.73
11	2029	0.35	183116495.51	-18,034,752,861.22
12	2030	0.32	166469541.37	-17,868,283,319.86
13	2031	0.29	151335946.70	-17,716,947,373.16
14	2032	0.26	137578133.36	-17,579,369,239.80
15	2033	0.24	125071030.33	-17,454,298,209.47

lampiran 16 Perhitungan Ekonomis KM. Gunung Dempo Menggunakan HSD subsidi dan LNG 10 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000					-16,868,500,000.00	-16,868,500,000.00	0	0.000
1	2019		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	74,500,000	-3,658,672,051.91	-20,527,172,051.91	0	0.000
2	2020		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,391,844,103.82	0	0.000
3	2021		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
4	2022		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
5	2023		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
6	2024		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
7	2025		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
8	2026		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
9	2027		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-15,173,172,051.91	-18,906,344,103.82	0	0.000
11	2029		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-18,906,344,103.82	0	0.000
12	2030		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
13	2031		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
14	2032		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000
15	2033		2,104,827,948.09	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,733,172,051.91	-7,466,344,103.82	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-16868500000.00	-16,868,500,000.00
1	2019	0.95	-3484449573.25	-20,352,949,573.25
2	2020	0.91	-3386097099.24	-23,739,046,672.48
3	2021	0.86	-3224854380.23	-26,963,901,052.71
4	2022	0.82	-3071289885.93	-30,035,190,938.64
5	2023	0.78	-2925037986.60	-32,960,228,925.24
6	2024	0.75	-2785750463.43	-35,745,979,388.67
7	2025	0.71	-2653095679.46	-38,399,075,068.12
8	2026	0.68	-2526757789.96	-40,925,832,858.08
9	2027	0.64	-2406435990.44	-43,332,268,848.52
10	2028	0.61	-9315011420.92	-52,647,280,269.44
11	2029	0.58	-2182708381.35	-54,829,988,650.79
12	2030	0.56	-2078769887.00	-56,908,758,537.78
13	2031	0.53	-1979780844.76	-58,888,539,382.54
14	2032	0.51	-1885505566.44	-60,774,044,948.98
15	2033	0.48	-1795719587.08	-62,569,764,536.07

lampiran 17 Perhitungan Ekonomis KM. Labobar Menggunakan HSD subsidi dan LNG 10 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000.00					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.000
1	2019		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-21,007,232,500.83	0	0.000
2	2020		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
3	2021		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
4	2022		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
5	2023		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
6	2024		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
7	2025		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
8	2026		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
9	2027		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-14,698,732,500.83	-17,957,465,001.66	0	0.000
11	2029		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-17,957,465,001.66	0	0.000
12	2030		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
13	2031		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
14	2032		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000
15	2033		2,659,267,499.17	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-3,258,732,500.83	-6,517,465,001.66	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	2019	0.91	-2962484091.66	-20,710,984,091.66
2	2020	0.83	-2693167356.06	-23,404,151,447.72
3	2021	0.75	-2448333960.05	-25,852,485,407.78
4	2022	0.68	-2225758145.50	-28,078,243,553.28
5	2023	0.62	-2023416495.91	-30,101,660,049.19
6	2024	0.56	-1839469541.74	-31,941,129,590.93
7	2025	0.51	-1672245037.94	-33,613,374,628.87
8	2026	0.47	-1520222761.77	-35,133,597,390.64
9	2027	0.42	-1382020692.52	-36,515,618,083.15
10	2028	0.39	-5666997678.81	-42,182,615,761.97
11	2029	0.35	-1142165861.58	-43,324,781,623.55
12	2030	0.32	-1038332601.44	-44,363,114,224.99
13	2031	0.29	-943938728.58	-45,307,052,953.57
14	2032	0.26	-858126116.89	-46,165,179,070.46
15	2033	0.24	-780114651.72	-46,945,293,722.18

lampiran 18 Perhitungan Ekonomis KM. Dobonsolo Menggunakan HSD subsidi dan LNG 10 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000				149,000,000	-17,017,500,000.00	-17,017,500,000.00	0	0.000
1	2019		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-20,811,071,741.10	0	0.000
2	2020		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-24,604,643,482.20	0	0.000
3	2021		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-28,398,215,223.30	0	0.000
4	2022		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-32,191,786,964.40	0	0.000
5	2023		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-35,985,358,705.50	0	0.000
6	2024		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-39,778,930,446.60	0	0.000
7	2025		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-43,572,502,187.69	0	0.000
8	2026		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-47,366,073,928.79	0	0.000
9	2027		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-51,159,645,669.89	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-15,233,571,741.10	-66,393,217,410.99	0	0.000
11	2029		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-70,186,789,152.09	0	0.000
12	2030		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-73,980,360,893.19	0	0.000
13	2031		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-77,773,932,634.29	0	0.000
14	2032		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-81,567,504,375.39	0	0.000
15	2033		2,284,428,258.90	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-3,793,571,741.10	-85,361,076,116.49	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-17017500000.00	-17,017,500,000.00
1	2019	0.91	-3448701582.82	-20,466,201,582.82
2	2020	0.83	-3135183257.11	-23,601,384,839.92
3	2021	0.75	-2850166597.37	-26,451,551,437.29
4	2022	0.68	-2591060543.06	-29,042,611,980.36
5	2023	0.62	-2355509584.60	-31,398,121,564.96
6	2024	0.56	-2141372349.64	-33,539,493,914.60
7	2025	0.51	-1946702136.04	-35,486,196,050.64
8	2026	0.47	-1769729214.58	-37,255,925,265.21
9	2027	0.42	-1608844740.53	-38,864,770,005.74
10	2028	0.39	-5873201358.82	-44,737,971,364.56
11	2029	0.35	-1329623752.50	-46,067,595,117.06
12	2030	0.32	-1208748865.91	-47,276,343,982.97
13	2031	0.29	-1098862605.37	-48,375,206,588.35
14	2032	0.26	-998966004.88	-49,374,172,593.23
15	2033	0.24	-908150913.53	-50,282,323,506.76

lampiran 19 Perhitungan Ekonomis KM. Gunung Dempo dengan HSD subsidi dan LNG 11 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000					-16,868,500,000	-16,868,500,000	0	0.000
1	2019		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	74,500,000	-7,635,373,400	-24,503,873,400	0	0.000
2	2020		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,345,246,800	0	0.000
3	2021		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
4	2022		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
5	2023		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
6	2024		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
7	2025		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
8	2026		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
9	2027		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-19,149,873,400	-26,859,746,800	0	0.000
11	2029		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-26,859,746,800	0	0.000
12	2030		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
13	2031		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
14	2032		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000
15	2033		-1,871,873,399.94	5,040,000,000	649,000,000.0	149,000,000	-7,709,873,400	-15,419,746,800	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-16868500000.00	-16,868,500,000.00
1	2019	0.95	-7271784190.42	-24,140,284,190.42
2	2020	0.91	-6993082448.93	-31,133,366,639.35
3	2021	0.86	-6660078522.79	-37,793,445,162.14
4	2022	0.82	-6342931926.46	-44,136,377,088.60
5	2023	0.78	-6040887549.01	-50,177,264,637.61
6	2024	0.75	-5753226237.16	-55,930,490,874.77
7	2025	0.71	-5479263083.01	-61,409,753,957.77
8	2026	0.68	-5218345793.34	-66,628,099,751.11
9	2027	0.64	-4969853136.51	-71,597,952,887.63
10	2028	0.61	-11756361083.85	-83,354,313,971.48
11	2029	0.58	-4507803298.42	-87,862,117,269.90
12	2030	0.56	-4293145998.50	-92,155,263,268.40
13	2031	0.53	-4088710474.76	-96,243,973,743.16
14	2032	0.51	-3894009975.96	-100,137,983,719.13
15	2033	0.48	-3708580929.49	-103,846,564,648.62

lampiran 20 Perhitungan Ekonomis KM. Labobar dengan HSD subsidi dan LNG 11 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.000
1	2019		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-26,031,449,638.54	0	0.000
2	2020		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
3	2021		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
4	2022		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
5	2023		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
6	2024		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
7	2025		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
8	2026		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
9	2027		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-19,722,949,638.54	-28,005,899,277.08	0	0.000
11	2029		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-28,005,899,277.08	0	0.000
12	2030		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
13	2031		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
14	2032		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000
15	2033		-2,364,949,638.54	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-8,282,949,638.54	-16,565,899,277.08	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	2019	0.91	-7529954216.85	-25,278,454,216.85
2	2020	0.83	-6845412924.41	-32,123,867,141.27
3	2021	0.75	-6223102658.56	-38,346,969,799.83
4	2022	0.68	-5657366053.23	-44,004,335,853.06
5	2023	0.62	-5143060048.39	-49,147,395,901.45
6	2024	0.56	-4675509134.90	-53,822,905,036.36
7	2025	0.51	-4250462849.91	-58,073,367,886.27
8	2026	0.47	-3864057136.28	-61,937,425,022.55
9	2027	0.42	-3512779214.80	-65,450,204,237.36
10	2028	0.39	-7604050880.90	-73,054,255,118.25
11	2029	0.35	-2903123318.02	-75,957,378,436.27
12	2030	0.32	-2639203016.38	-78,596,581,452.66
13	2031	0.29	-2399275469.44	-80,995,856,922.09
14	2032	0.26	-2181159517.67	-83,177,016,439.76
15	2033	0.24	-1982872288.79	-85,159,888,728.56

lampiran 21 Perhitungan Ekonomis KM. Dobonsolo dengan HSD subsidi dan LNG 11 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE
0	2018	16,868,500,000				149,000,000	-17,017,500,000.00	-17,017,500,000.00	0 0.000
1	2019		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-25,127,096,214.69	0 0.000
2	2020		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-33,236,692,429.38	0 0.000
3	2021		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-41,346,288,644.07	0 0.000
4	2022		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-49,455,884,858.75	0 0.000
5	2023		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-57,565,481,073.44	0 0.000
6	2024		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-65,675,077,288.13	0 0.000
7	2025		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-73,784,673,502.82	0 0.000
8	2026		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-81,894,269,717.51	0 0.000
9	2027		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-90,003,865,932.20	0 0.000
10	2028	11,440,000,000	-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-19,549,596,214.69	-	109,553,462,146.89 0 0.000
11	2029		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-	117,663,058,361.58 0 0.000
12	2030		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-	125,772,654,576.26 0 0.000
13	2031		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-	133,882,250,790.95 0 0.000
14	2032		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-	141,991,847,005.64 0 0.000
15	2033		-2,031,596,214.69	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-8,109,596,214.69	-	150,101,443,220.33 0 0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-17017500000.00	-17,017,500,000.00
1	2019	0.91	-7372360195.17	-24,389,860,195.17
2	2020	0.83	-6702145631.97	-31,092,005,827.15
3	2021	0.75	-6092859665.43	-37,184,865,492.58
4	2022	0.68	-5538963332.21	-42,723,828,824.79
5	2023	0.62	-5035421211.10	-47,759,250,035.89
6	2024	0.56	-4577655646.45	-52,336,905,682.34
7	2025	0.51	-4161505133.14	-56,498,410,815.48
8	2026	0.47	-3783186484.67	-60,281,597,300.15
9	2027	0.42	-3439260440.61	-63,720,857,740.77
10	2028	0.39	-7537215631.63	-71,258,073,372.40
11	2029	0.35	-2842364000.51	-74,100,437,372.90
12	2030	0.32	-2583967273.19	-76,684,404,646.09
13	2031	0.29	-2349061157.44	-79,033,465,803.53
14	2032	0.26	-2135510143.13	-81,168,975,946.66
15	2033	0.24	-1941372857.39	-83,110,348,804.05

lampiran 22 Perhitungan Ekonomis KM. Gunung Dempo dengan HSD subsidi dan LNG 12 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000					-16,868,500,000.00	-16,868,500,000.00	0	0.000
1	2019		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	74,500,000	-11,612,074,747.97	-28,480,574,747.97	0	0.000
2	2020		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-40,167,149,495.95	0	0.000
3	2021		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-51,853,724,243.92	0	0.000
4	2022		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-63,540,298,991.90	0	0.000
5	2023		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-75,226,873,739.87	0	0.000
6	2024		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-86,913,448,487.85	0	0.000
7	2025		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-98,600,023,235.82	0	0.000
8	2026		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-110,286,597,983.80	0	0.000
9	2027		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-121,973,172,731.77	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-23,126,574,747.97	-145,099,747,479.74	0	0.000
11	2029		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-156,786,322,227.72	0	0.000
12	2030		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-168,472,896,975.69	0	0.000
13	2031		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-180,159,471,723.67	0	0.000
14	2032		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-191,846,046,471.64	0	0.000
15	2033		-5,848,574,747.97	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	-11,686,574,747.97	-203,532,621,219.62	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-16868500000.00	-16,868,500,000.00
1	2019	0.95	-11059118807.59	-27,927,618,807.59
2	2020	0.91	-10600067798.62	-38,527,686,606.21
3	2021	0.86	-10095302665.35	-48,622,989,271.56
4	2022	0.82	-9614573967.00	-58,237,563,238.56
5	2023	0.78	-9156737111.43	-67,394,300,349.99
6	2024	0.75	-8720702010.88	-76,115,002,360.87
7	2025	0.71	-8305430486.56	-84,420,432,847.42
8	2026	0.68	-7909933796.72	-92,330,366,644.14
9	2027	0.64	-7533270282.59	-99,863,636,926.73
10	2028	0.61	-14197710746.78	-114,061,347,673.52
11	2029	0.58	-6832898215.50	-120,894,245,889.02
12	2030	0.56	-6507522110.00	-127,401,767,999.02
13	2031	0.53	-6197640104.76	-133,599,408,103.78
14	2032	0.51	-5902514385.49	-139,501,922,489.27
15	2033	0.48	-5621442271.89	-145,123,364,761.16

lampiran 23 Perhitungan Ekonomis KM. Labobar dengan HSD subsidi dan LNG 12 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.000
1	2019		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-31,055,666,776.25	0	0.000
2	2020		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
3	2021		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
4	2022		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
5	2023		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
6	2024		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
7	2025		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
8	2026		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
9	2027		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-24,747,166,776.25	-38,054,333,552.50	0	0.000
11	2029		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-38,054,333,552.50	0	0.000
12	2030		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
13	2031		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
14	2032		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000
15	2033		-7,389,166,776.25	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	-13,307,166,776.25	-26,614,333,552.50	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	2019	0.95	-12673492167.86	-30,421,992,167.86
2	2020	0.91	-12069992540.82	-42,491,984,708.67
3	2021	0.86	-11495230991.25	-53,987,215,699.93
4	2022	0.82	-10947839039.29	-64,935,054,739.21
5	2023	0.78	-10426513370.75	-75,361,568,109.97
6	2024	0.75	-9930012734.05	-85,291,580,844.01
7	2025	0.71	-9457154984.81	-94,748,735,828.82
8	2026	0.68	-9006814271.25	-103,755,550,100.07
9	2027	0.64	-8577918353.57	-112,333,468,453.64
10	2028	0.61	-15192613671.52	-127,526,082,125.16
11	2029	0.58	-7780424810.49	-135,306,506,935.65
12	2030	0.56	-7409928390.94	-142,716,435,326.60
13	2031	0.53	-7057074658.04	-149,773,509,984.64
14	2032	0.51	-6721023483.85	-156,494,533,468.49
15	2033	0.48	-6400974746.52	-162,895,508,215.01

lampiran 24 Perhitungan Ekonomis KM. Dobonsolo dengan HSD subsidi dan LNG 12 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000				149,000,000	-17,017,500,000.00	-17,017,500,000.00	0	0.000
1	2019		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-29,443,120,688.28	0	0.000
2	2020		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-41,868,741,376.56	0	0.000
3	2021		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-54,294,362,064.83	0	0.000
4	2022		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-66,719,982,753.11	0	0.000
5	2023		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-79,145,603,441.39	0	0.000
6	2024		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-91,571,224,129.67	0	0.000
7	2025		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-103,996,844,817.95	0	0.000
8	2026		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-116,422,465,506.23	0	0.000
9	2027		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-128,848,086,194.50	0	0.000
10	2028	11,440,000,000	-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-23,865,620,688.28	-152,713,706,882.78	0	0.000
11	2029		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-165,139,327,571.06	0	0.000
12	2030		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-177,564,948,259.34	0	0.000
13	2031		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-189,990,568,947.62	0	0.000
14	2032		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-202,416,189,635.89	0	0.000
15	2033		-6,347,620,688.28	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	-12,425,620,688.28	-214,841,810,324.17	0	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-17017500000.00	-17,017,500,000.00
1	2019	0.91	-11296018807.53	-28,313,518,807.53
2	2020	0.83	-10269108006.84	-38,582,626,814.37
3	2021	0.75	-9335552733.49	-47,918,179,547.86
4	2022	0.68	-8486866121.36	-56,405,045,669.22
5	2023	0.62	-7715332837.60	-64,120,378,506.81
6	2024	0.56	-7013938943.27	-71,134,317,450.08
7	2025	0.51	-6376308130.25	-77,510,625,580.33
8	2026	0.47	-5796643754.77	-83,307,269,335.10
9	2027	0.42	-5269676140.70	-88,576,945,475.79
10	2028	0.39	-9201229904.44	-97,778,175,380.23
11	2029	0.35	-4355104248.51	-102,133,279,628.74
12	2030	0.32	-3959185680.46	-106,092,465,309.21
13	2031	0.29	-3599259709.51	-109,691,725,018.72
14	2032	0.26	-3272054281.38	-112,963,779,300.10
15	2033	0.24	-2974594801.25	-115,938,374,101.35

lampiran 25 Perhitungan Ekonomis KM. Gunung Dempo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 8 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000.00					-16,868,500,000.00	-16,868,500,000.00	0	0.000
1	2019		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	74,500,000	33,320,453,731.43	16,451,953,731.43	1	0.506
2	2020		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	49,697,907,462.85	2	0.000
3	2021		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	82,943,861,194.28	3	0.000
4	2022		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	116,189,814,925.70	4	0.000
5	2023		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	149,435,768,657.13	5	0.000
6	2024		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	182,681,722,388.56	6	0.000
7	2025		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	215,927,676,119.98	7	0.000
8	2026		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	249,173,629,851.41	8	0.000
9	2027		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	282,419,583,582.83	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,805,953,731.43	304,225,537,314.26	10	0.000
11	2029		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	337,471,491,045.69	11	0.000
12	2030		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	370,717,444,777.11	12	0.000
13	2031		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	403,963,398,508.54	13	0.000
14	2032		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	437,209,352,239.96	14	0.000
15	2033		39,083,953,731.43	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	33,245,953,731.43	470,455,305,971.39	15	0.000

NO	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	1.00	-16868500000.00	-16,868,500,000.00
1	0.95	31733765458.50	14,865,265,458.50
2	0.91	30155060073.86	45,020,325,532.36
3	0.86	28719104832.24	73,739,430,364.60
4	0.82	27351528411.66	101,090,958,776.26
5	0.78	26049074677.77	127,140,033,454.03
6	0.75	24808642550.26	151,948,676,004.29
7	0.71	23627278619.29	175,575,954,623.59
8	0.68	22502170113.61	198,078,124,737.20
9	0.64	21430638203.44	219,508,762,940.64
10	0.61	13386964001.82	232,895,726,942.46
11	0.58	19438220592.69	252,333,947,535.15
12	0.56	18512591040.66	270,846,538,575.81
13	0.53	17631039086.34	288,477,577,662.15
14	0.51	16791465796.52	305,269,043,458.67
15	0.48	15991872187.16	321,260,915,645.82

lampiran 26 Perhitungan Ekonomis KM.Labobar dengan HSD nonsubsidi dan LNG 8 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.000
1	2019		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	25,712,684,646.10	1	0.408
2	2020		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	69,173,869,292.19	2	0.000
3	2021		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	112,635,053,938.29	3	0.000
4	2022		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	156,096,238,584.39	4	0.000
5	2023		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	199,557,423,230.48	5	0.000
6	2024		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	243,018,607,876.58	6	0.000
7	2025		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	286,479,792,522.67	7	0.000
8	2026		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	329,940,977,168.77	8	0.000
9	2027		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	373,402,161,814.87	9	0.000
10	2028	11,440,000,000	49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	32,021,184,646.10	405,423,346,460.96	10	0.000
11	2029		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	448,884,531,107.06	11	0.000
12	2030		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	492,345,715,753.16	12	0.000
13	2031		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	535,806,900,399.25	13	0.000
14	2032		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	579,268,085,045.35	14	0.000
15	2033		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	622,729,269,691.45	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	2019	0.91	39510167860.09	21,761,667,860.09
2	2020	0.83	35918334418.26	57,680,002,278.35
3	2021	0.75	32653031289.33	90,333,033,567.68
4	2022	0.68	29684573899.39	120,017,607,467.07
5	2023	0.62	26985976272.17	147,003,583,739.24
6	2024	0.56	24532705701.97	171,536,289,441.21
7	2025	0.51	22302459729.07	193,838,749,170.28
8	2026	0.47	20274963390.06	214,113,712,560.34
9	2027	0.42	18431784900.06	232,545,497,460.40
10	2028	0.39	12345552859.89	244,891,050,320.29
11	2029	0.35	15232880082.69	260,123,930,402.98
12	2030	0.32	13848072802.45	273,972,003,205.42
13	2031	0.29	12589157093.13	286,561,160,298.56
14	2032	0.26	11444688266.48	298,005,848,565.04
15	2033	0.24	10404262060.44	308,410,110,625.48

lampiran 27 Perhitungan Ekonomis KM.Dobonsolo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 8 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000.00					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.000
1	2019		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	25,712,684,646.10	1	0.408
2	2020		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	69,173,869,292.19	2	0.000
3	2021		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	112,635,053,938.29	3	0.000
4	2022		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	156,096,238,584.39	4	0.000
5	2023		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	199,557,423,230.48	5	0.000
6	2024		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	243,018,607,876.58	6	0.000
7	2025		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	286,479,792,522.67	7	0.000
8	2026		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	329,940,977,168.77	8	0.000
9	2027		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	373,402,161,814.87	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	32,021,184,646.10	405,423,346,460.96	10	0.000
11	2029		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	448,884,531,107.06	11	0.000
12	2030		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	492,345,715,753.16	12	0.000
13	2031		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	535,806,900,399.25	13	0.000
14	2032		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	579,268,085,045.35	14	0.000
15	2033		49,379,184,646.10	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	43,461,184,646.10	622,729,269,691.45	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	2019	0.91	39510167860.09	21,761,667,860.09
2	2020	0.83	35918334418.26	57,680,002,278.35
3	2021	0.75	32653031289.33	90,333,033,567.68
4	2022	0.68	29684573899.39	120,017,607,467.07
5	2023	0.62	26985976272.17	147,003,583,739.24
6	2024	0.56	24532705701.97	171,536,289,441.21
7	2025	0.51	22302459729.07	193,838,749,170.28
8	2026	0.47	20274963390.06	214,113,712,560.34
9	2027	0.42	18431784900.06	232,545,497,460.40
10	2028	0.39	12345552859.89	244,891,050,320.29
11	2029	0.35	15232880082.69	260,123,930,402.98
12	2030	0.32	13848072802.45	273,972,003,205.42
13	2031	0.29	12589157093.13	286,561,160,298.56
14	2032	0.26	11444688266.48	298,005,848,565.04
15	2033	0.24	10404262060.44	308,410,110,625.48

lampiran 28 Perhitungan Ekonomis KM.Gunung Dempo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 9 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000.00					-16,868,500,000.00	-16,868,500,000.00	0	0.000
1	2019		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	74,500,000	29,343,752,383.39	12,475,252,383.39	1	0.575
2	2020		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	41,744,504,766.79	2	0.000
3	2021		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	71,013,757,150.18	3	0.000
4	2022		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	100,283,009,533.57	4	0.000
5	2023		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	129,552,261,916.97	5	0.000
6	2024		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	158,821,514,300.36	6	0.000
7	2025		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	188,090,766,683.75	7	0.000
8	2026		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	217,360,019,067.15	8	0.000
9	2027		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	246,629,271,450.54	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,829,252,383.39	264,458,523,833.94	10	0.000
11	2029		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	293,727,776,217.33	11	0.000
12	2030		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	322,997,028,600.72	12	0.000
13	2031		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	352,266,280,984.12	13	0.000
14	2032		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	381,535,533,367.51	14	0.000
15	2033		35,107,252,383.39	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	29,269,252,383.39	410,804,785,750.90	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE DISCOUNTED CASH FLOW
0	2018	1.00	-16868500000.00	-16,868,500,000.00
1	2019	0.95	27946430841.33	11,077,930,841.33
2	2020	0.91	26548074724.17	37,626,005,565.49
3	2021	0.86	25283880689.68	62,909,886,255.18
4	2022	0.82	24079886371.13	86,989,772,626.30
5	2023	0.78	22933225115.36	109,922,997,741.66
6	2024	0.75	21841166776.53	131,764,164,518.19
7	2025	0.71	20801111215.74	152,565,275,733.94
8	2026	0.68	19810582110.23	172,375,857,844.17
9	2027	0.64	18867221057.36	191,243,078,901.53
10	2028	0.61	10945614338.89	202,188,693,240.42
11	2029	0.58	17113125675.61	219,301,818,916.04
12	2030	0.56	16298214929.16	235,600,033,845.19
13	2031	0.53	15522109456.34	251,122,143,301.53
14	2032	0.51	14782961386.99	265,905,104,688.52
15	2033	0.48	14079010844.75	279,984,115,533.27

lampiran 29 . Perhitungan Ekonomis KM.Labobar dengan HSD nonsubsidi dan LNG 9 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.00
1	2019		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	20,688,467,508.39	1	0.54
2	2020		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	59,125,435,016.77	2	0.00
3	2021		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	97,562,402,525.16	3	0.00
4	2022		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	135,999,370,033.55	4	0.00
5	2023		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	174,436,337,541.93	5	0.00
6	2024		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	212,873,305,050.32	6	0.00
7	2025		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	251,310,272,558.71	7	0.00
8	2026		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	289,747,240,067.09	8	0.00
9	2027		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	328,184,207,575.48	9	0.00
10	2028	11,440,000,000	44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	26,996,967,508.39	355,181,175,083.87	10	0.00
11	2029		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	393,618,142,592.26	11	0.00
12	2030		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	432,055,110,100.64	12	0.00
13	2031		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	470,492,077,609.03	13	0.00
14	2032		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	508,929,045,117.42	14	0.00
15	2033		44,354,967,508.39	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	38,436,967,508.39	547,366,012,625.80	15	0.00

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	2019	0.91	34942697734.90	17,194,197,734.90
2	2020	0.83	31766088849.91	48,960,286,584.80
3	2021	0.75	28878262590.82	77,838,549,175.63
4	2022	0.68	26252965991.66	104,091,515,167.29
5	2023	0.62	23866332719.69	127,957,847,886.98
6	2024	0.56	21696666108.81	149,654,513,995.78
7	2025	0.51	19724241917.10	169,378,755,912.88
8	2026	0.47	17931129015.54	187,309,884,928.43
9	2027	0.42	16301026377.77	203,610,911,306.19
10	2028	0.39	10408499657.81	214,019,410,964.00
11	2029	0.35	13471922626.25	227,491,333,590.25
12	2030	0.32	12247202387.50	239,738,535,977.76
13	2031	0.29	11133820352.28	250,872,356,330.03
14	2032	0.26	10121654865.71	260,994,011,195.74
15	2033	0.24	9201504423.37	270,195,515,619.11

lampiran 30 Perhitungan Ekonomis KM.Dobonsolo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 9 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000.00				149,000,000	-17,017,500,000.00	-17,017,500,000.00	0	0.00
1	2019		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	15,007,376,536.65	1	0.47
2	2020		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	47,032,253,073.30	2	0.00
3	2021		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	79,057,129,609.95	3	0.00
4	2022		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	111,082,006,146.60	4	0.00
5	2023		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	143,106,882,683.25	5	0.00
6	2024		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	175,131,759,219.89	6	0.00
7	2025		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	207,156,635,756.54	7	0.00
8	2026		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	239,181,512,293.19	8	0.00
9	2027		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	271,206,388,829.84	9	0.00
10	2028	11,440,000,000.00	38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	20,584,876,536.65	291,791,265,366.49	10	0.00
11	2029		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	323,816,141,903.14	11	0.00
12	2030		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	355,841,018,439.79	12	0.00
13	2031		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	387,865,894,976.44	13	0.00
14	2032		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	419,890,771,513.09	14	0.00
15	2033		38,102,876,536.65	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	32,024,876,536.65	451,915,648,049.73	15	0.00

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17017500000.00	-17,017,500,000.00
1	2019	0.91	29113524124.23	12,096,024,124.23
2	2020	0.83	26466840112.93	38,562,864,237.16
3	2021	0.75	24060763739.03	62,623,627,976.19
4	2022	0.68	21873421580.94	84,497,049,557.13
5	2023	0.62	19884928709.94	104,381,978,267.07
6	2024	0.56	18077207918.13	122,459,186,185.20
7	2025	0.51	16433825380.12	138,893,011,565.31
8	2026	0.47	14939841254.65	153,832,852,819.97
9	2027	0.42	13581673867.87	167,414,526,687.83
10	2028	0.39	7936361012.44	175,350,887,700.27
11	2029	0.35	11224523857.74	186,575,411,558.01
12	2030	0.32	10204112597.95	196,779,524,155.96
13	2031	0.29	9276465998.13	206,055,990,154.09
14	2032	0.26	8433150907.39	214,489,141,061.48
15	2033	0.24	7666500824.90	222,155,641,886.39

lampiran 31 Perhitungan Ekonomis KM.Gunung Dempo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 10 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000.00					-16,868,500,000.00	-16,868,500,000.00	0	0.000
1	2019		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	74,500,000	25,367,051,035.36	8,498,551,035.36	1	0.665
2	2020		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	33,791,102,070.72	2	0.000
3	2021		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	59,083,653,106.08	3	0.000
4	2022		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	84,376,204,141.44	4	0.000
5	2023		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	109,668,755,176.81	5	0.000
6	2024		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	134,961,306,212.17	6	0.000
7	2025		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	160,253,857,247.53	7	0.000
8	2026		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	185,546,408,282.89	8	0.000
9	2027		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	210,838,959,318.25	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	13,852,551,035.36	224,691,510,353.61	10	0.000
11	2029		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	249,984,061,388.97	11	0.000
12	2030		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	275,276,612,424.33	12	0.000
13	2031		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	300,569,163,459.69	13	0.000
14	2032		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	325,861,714,495.05	14	0.000
15	2033		31,130,551,035.36	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	25,292,551,035.36	351,154,265,530.42	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-16868500000.00	-16,868,500,000.00
1	2019	0.95	24159096224.15	7,290,596,224.15
2	2020	0.91	22941089374.48	30,231,685,598.63
3	2021	0.86	21848656547.12	52,080,342,145.75
4	2022	0.82	20808244330.59	72,888,586,476.34
5	2023	0.78	19817375552.94	92,705,962,029.29
6	2024	0.75	18873691002.80	111,579,653,032.09
7	2025	0.71	17974943812.19	129,554,596,844.29
8	2026	0.68	17118994106.85	146,673,590,951.14
9	2027	0.64	16303803911.29	162,977,394,862.43
10	2028	0.61	8504264675.96	171,481,659,538.38
11	2029	0.58	14788030758.54	186,269,690,296.92
12	2030	0.56	14083838817.65	200,353,529,114.58
13	2031	0.53	13413179826.34	213,766,708,940.91
14	2032	0.51	12774456977.46	226,541,165,918.38
15	2033	0.48	12166149502.35	238,707,315,420.72

lampiran 32 Perhitungan Ekonomis KM.Labobar dengan HSD nonsubsidi dan LNG 10 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000.00					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.000
1	2019		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	15,664,250,370.68	1	0.531
2	2020		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	49,077,000,741.35	2	0.000
3	2021		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	82,489,751,112.03	3	0.000
4	2022		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	115,902,501,482.71	4	0.000
5	2023		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	149,315,251,853.39	5	0.000
6	2024		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	182,728,002,224.06	6	0.000
7	2025		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	216,140,752,594.74	7	0.000
8	2026		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	249,553,502,965.42	8	0.000
9	2027		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	282,966,253,336.10	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	21,972,750,370.68	304,939,003,706.77	10	0.000
11	2029		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	338,351,754,077.45	11	0.000
12	2030		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	371,764,504,448.13	12	0.000
13	2031		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	405,177,254,818.81	13	0.000
14	2032		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	438,590,005,189.48	14	0.000
15	2033		39,330,750,370.68	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	33,412,750,370.68	472,002,755,560.16	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	2019	0.91	30375227609.71	12,626,727,609.71
2	2020	0.83	27613843281.55	40,240,570,891.26
3	2021	0.75	25103493892.32	65,344,064,783.58
4	2022	0.68	22821358083.93	88,165,422,867.50
5	2023	0.62	20746689167.21	108,912,112,034.71
6	2024	0.56	18860626515.64	127,772,738,550.35
7	2025	0.51	17146024105.13	144,918,762,655.48
8	2026	0.47	15587294641.03	160,506,057,296.51
9	2027	0.42	14170267855.48	174,676,325,151.99
10	2028	0.39	8471446455.72	183,147,771,607.71
11	2029	0.35	11710965169.82	194,858,736,777.53
12	2030	0.32	10646331972.56	205,505,068,750.09
13	2031	0.29	9678483611.42	215,183,552,361.51
14	2032	0.26	8798621464.93	223,982,173,826.44
15	2033	0.24	7998746786.30	231,980,920,612.73

lampiran 33 Perhitungan Ekonomis KM.Dobonsolo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 10 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000.00				149,000,000	-17,017,500,000.00	-17,017,500,000.00	0	0.000
1	2019		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	10,691,352,063.06	1	0.614
2	2020		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	38,400,204,126.12	2	0.000
3	2021		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	66,109,056,189.18	3	0.000
4	2022		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	93,817,908,252.24	4	0.000
5	2023		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	121,526,760,315.30	5	0.000
6	2024		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	149,235,612,378.36	6	0.000
7	2025		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	176,944,464,441.42	7	0.000
8	2026		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	204,653,316,504.48	8	0.000
9	2027		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	232,362,168,567.54	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	16,268,852,063.06	248,631,020,630.60	10	0.000
11	2029		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	276,339,872,693.66	11	0.000
12	2030		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	304,048,724,756.71	12	0.000
13	2031		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	331,757,576,819.77	13	0.000
14	2032		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	359,466,428,882.83	14	0.000
15	2033		33,786,852,063.06	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	27,708,852,063.06	387,175,280,945.89	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17017500000.00	-17,017,500,000.00
1	2019	0.91	25189865511.87	8,172,365,511.87
2	2020	0.83	22899877738.07	31,072,243,249.94
3	2021	0.75	20818070670.97	51,890,313,920.91
4	2022	0.68	18925518791.79	70,815,832,712.70
5	2023	0.62	17205017083.45	88,020,849,796.14
6	2024	0.56	15640924621.31	103,661,774,417.46
7	2025	0.51	14219022383.01	117,880,796,800.47
8	2026	0.47	12926383984.56	130,807,180,785.03
9	2027	0.42	11751258167.78	142,558,438,952.80
10	2028	0.39	6272346739.63	148,830,785,692.44
11	2029	0.35	9711783609.73	158,542,569,302.17
12	2030	0.32	8828894190.67	167,371,463,492.84
13	2031	0.29	8026267446.06	175,397,730,938.90
14	2032	0.26	7296606769.15	182,694,337,708.05
15	2033	0.24	6633278881.04	189,327,616,589.09

lampiran 34 Perhitungan Ekonomis KM. Gunung Dempo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 11 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000.00					-16,868,500,000.00	-16,868,500,000.00	0	0.000
1	2019		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	74,500,000	21,390,349,687.33	4,521,849,687.33	1	0.789
2	2020		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	25,837,699,374.66	2	0.000
3	2021		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	47,153,549,061.99	3	0.000
4	2022		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	68,469,398,749.31	4	0.000
5	2023		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	89,785,248,436.64	5	0.000
6	2024		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	111,101,098,123.97	6	0.000
7	2025		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	132,416,947,811.30	7	0.000
8	2026		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	153,732,797,498.63	8	0.000
9	2027		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	175,048,647,185.96	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	9,875,849,687.33	184,924,496,873.29	10	0.000
11	2029		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	206,240,346,560.61	11	0.000
12	2030		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	227,556,196,247.94	12	0.000
13	2031		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	248,872,045,935.27	13	0.000
14	2032		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	270,187,895,622.60	14	0.000
15	2033		27,153,849,687.33	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	21,315,849,687.33	291,503,745,309.93	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-16868500000.00	-16,868,500,000.00
1	2019	0.95	20371761606.98	3,503,261,606.98
2	2020	0.91	19334104024.79	22,837,365,631.77
3	2021	0.86	18413432404.56	41,250,798,036.33
4	2022	0.82	17536602290.06	58,787,400,326.38
5	2023	0.78	16701525990.53	75,488,926,316.91
6	2024	0.75	15906215229.08	91,395,141,545.99
7	2025	0.71	15148776408.64	106,543,917,954.64
8	2026	0.68	14427406103.47	120,971,324,058.11
9	2027	0.64	13740386765.21	134,711,710,823.32
10	2028	0.61	6062915013.03	140,774,625,836.34
11	2029	0.58	12462935841.46	153,237,561,677.81
12	2030	0.56	11869462706.15	165,107,024,383.96
13	2031	0.53	11304250196.34	176,411,274,580.29
14	2032	0.51	10765952567.94	187,177,227,148.23
15	2033	0.48	10253288159.94	197,430,515,308.18

lampiran 35 Perhitungan Ekonomis KM.Labobar dengan HSD nonsubsidi dan LNG 11 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000.00					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.000
1	2019		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	10,640,033,232.97	1	0.625
2	2020		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	39,028,566,465.94	2	0.000
3	2021		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	67,417,099,698.90	3	0.000
4	2022		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	95,805,632,931.87	4	0.000
5	2023		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	124,194,166,164.84	5	0.000
6	2024		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	152,582,699,397.81	6	0.000
7	2025		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	180,971,232,630.78	7	0.000
8	2026		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	209,359,765,863.74	8	0.000
9	2027		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	237,748,299,096.71	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	16,948,533,232.97	254,696,832,329.68	10	0.000
11	2029		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	283,085,365,562.65	11	0.000
12	2030		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	311,473,898,795.61	12	0.000
13	2031		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	339,862,432,028.58	13	0.000
14	2032		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	368,250,965,261.55	14	0.000
15	2033		34,306,533,232.97	5,040,000,000	689,000,000	189,000,000	28,388,533,232.97	396,639,498,494.52	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	2019	0.91	25807757484.52	8,059,257,484.52
2	2020	0.83	23461597713.20	31,520,855,197.71
3	2021	0.75	21328725193.82	52,849,580,391.53
4	2022	0.68	19389750176.20	72,239,330,567.72
5	2023	0.62	17627045614.72	89,866,376,182.45
6	2024	0.56	16024586922.48	105,890,963,104.92
7	2025	0.51	14567806293.16	120,458,769,398.08
8	2026	0.47	13243460266.51	133,702,229,664.59
9	2027	0.42	12039509333.19	145,741,738,997.78
10	2028	0.39	6534393253.64	152,276,132,251.42
11	2029	0.35	9950007713.38	162,226,139,964.80
12	2030	0.32	9045461557.62	171,271,601,522.42
13	2031	0.29	8223146870.56	179,494,748,392.98
14	2032	0.26	7475588064.15	186,970,336,457.13
15	2033	0.24	6795989149.22	193,766,325,606.36

lampiran 36 Perhitungan Ekonomis KM.Dobonsolo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 11 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000.00				149,000,000	-17,017,500,000.00	-17,017,500,000.00	0	0.000
1	2019		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	6,375,327,589.47	1	0.727
2	2020		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	29,768,155,178.94	2	0.000
3	2021		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	53,160,982,768.41	3	0.000
4	2022		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	76,553,810,357.88	4	0.000
5	2023		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	99,946,637,947.35	5	0.000
6	2024		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	123,339,465,536.82	6	0.000
7	2025		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	146,732,293,126.29	7	0.000
8	2026		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	170,125,120,715.76	8	0.000
9	2027		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	193,517,948,305.23	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	11,952,827,589.47	205,470,775,894.70	10	0.000
11	2029		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	228,863,603,484.17	11	0.000
12	2030		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	252,256,431,073.64	12	0.000
13	2031		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	275,649,258,663.11	13	0.000
14	2032		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	299,042,086,252.58	14	0.000
15	2033		29,470,827,589.47	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	23,392,827,589.47	322,434,913,842.05	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17017500000.00	-17,017,500,000.00
1	2019	0.91	21266206899.52	4,248,706,899.52
2	2020	0.83	19332915363.20	23,581,622,262.72
3	2021	0.75	17575377602.91	41,156,999,865.62
4	2022	0.68	15977616002.64	57,134,615,868.27
5	2023	0.62	14525105456.95	71,659,721,325.22
6	2024	0.56	13204641324.50	84,864,362,649.71
7	2025	0.51	12004219385.91	96,868,582,035.62
8	2026	0.47	10912926714.46	107,781,508,750.08
9	2027	0.42	9920842467.69	117,702,351,217.78
10	2028	0.39	4608332466.83	122,310,683,684.61
11	2029	0.35	8199043361.73	130,509,727,046.33
12	2030	0.32	7453675783.39	137,963,402,829.72
13	2031	0.29	6776068893.99	144,739,471,723.72
14	2032	0.26	6160062630.90	150,899,534,354.62
15	2033	0.24	5600056937.18	156,499,591,291.80

lampiran 37 Perhitungan Ekonomis KM. Gunung Dempo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 12 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000.00					-16,868,500,000.00	-16,868,500,000.00	0	0.000
1	2019		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	74,500,000	17,413,648,339.30	545,148,339.30	1	0.969
2	2020		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	17,884,296,678.59	2	0.000
3	2021		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	35,223,445,017.89	3	0.000
4	2022		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	52,562,593,357.18	4	0.000
5	2023		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	69,901,741,696.48	5	0.000
6	2024		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	87,240,890,035.78	6	0.000
7	2025		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	104,580,038,375.07	7	0.000
8	2026		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	121,919,186,714.37	8	0.000
9	2027		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	139,258,335,053.67	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	5,899,148,339.30	145,157,483,392.96	10	0.000
11	2029		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	162,496,631,732.26	11	0.000
12	2030		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	179,835,780,071.55	12	0.000
13	2031		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	197,174,928,410.85	13	0.000
14	2032		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	214,514,076,750.15	14	0.000
15	2033		23,177,148,339.30	5,040,000,000	649,000,000	149,000,000	17,339,148,339.30	231,853,225,089.44	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-16868500000.00	-16,868,500,000.00
1	2019	0.95	16584426989.81	-284,073,010.19
2	2020	0.91	15727118675.10	15,443,045,664.90
3	2021	0.86	14978208262.00	30,421,253,926.90
4	2022	0.82	14264960249.52	44,686,214,176.43
5	2023	0.78	13585676428.12	58,271,890,604.54
6	2024	0.75	12938739455.35	71,210,630,059.89
7	2025	0.71	12322609005.09	83,533,239,064.99
8	2026	0.68	11735818100.09	95,269,057,165.08
9	2027	0.64	11176969619.13	106,446,026,784.21
10	2028	0.61	3621565350.10	110,067,592,134.31
11	2029	0.58	10137840924.38	120,205,433,058.69
12	2030	0.56	9655086594.65	129,860,519,653.34
13	2031	0.53	9195320566.33	139,055,840,219.68
14	2032	0.51	8757448158.41	147,813,288,378.09
15	2033	0.48	8340426817.54	156,153,715,195.63

lampiran 38 Perhitungan Ekonomis KM. Labobar dengan HSD nonsubsidi dan LNG 12 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	17,748,500,000					-17,748,500,000.00	-17,748,500,000.00	0	0.000
1	2019		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	5,615,816,095.26	1	0.760
2	2020		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	28,980,132,190.52	2	0.000
3	2021		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	52,344,448,285.77	3	0.000
4	2022		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	75,708,764,381.03	4	0.000
5	2023		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	99,073,080,476.29	5	0.000
6	2024		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	122,437,396,571.55	6	0.000
7	2025		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	145,801,712,666.81	7	0.000
8	2026		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	169,166,028,762.07	8	0.000
9	2027		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	192,530,344,857.33	9	0.000
10	2028	11,440,000,000	29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	11,924,316,095.26	204,454,660,952.58	10	0.000
11	2029		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	227,818,977,047.84	11	0.000
12	2030		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	251,183,293,143.10	12	0.000
13	2031		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	274,547,609,238.36	13	0.000
14	2032		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	297,911,925,333.62	14	0.000
15	2033		29,282,316,095.26	5,040,000,000.0	689,000,000.0	189,000,000.0	23,364,316,095.26	321,276,241,428.88	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17748500000.00	-17,748,500,000.00
1	2019	0.91	21240287359.33	3,491,787,359.33
2	2020	0.83	19309352144.84	22,801,139,504.17
3	2021	0.75	17553956495.31	40,355,095,999.48
4	2022	0.68	15958142268.46	56,313,238,267.94
5	2023	0.62	14507402062.24	70,820,640,330.18
6	2024	0.56	13188547329.31	84,009,187,659.49
7	2025	0.51	11989588481.19	95,998,776,140.68
8	2026	0.47	10899625891.99	106,898,402,032.67
9	2027	0.42	9908750810.90	116,807,152,843.57
10	2028	0.39	4597340051.56	121,404,492,895.14
11	2029	0.35	8189050256.94	129,593,543,152.08
12	2030	0.32	7444591142.68	137,038,134,294.76
13	2031	0.29	6767810129.70	143,805,944,424.46
14	2032	0.26	6152554663.37	149,958,499,087.83
15	2033	0.24	5593231512.15	155,551,730,599.98

lampiran 39 Perhitungan Ekonomis KM. Dobonsolo dengan HSD nonsubsidi dan LNG 12 USD

NO	YEAR	CAPEX	REVENUE	CONTAINER LOST	OPEX	DEPRESIASI	CASH FLOW	CUMMULATIVE CASH FLOW	PAYBACK PERIODE	
0	2018	16,868,500,000.00				149,000,000	-17,017,500,000.00	-17,017,500,000.00	0	0.000
1	2019		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	2,059,303,115.88	1	0.892
2	2020		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	21,136,106,231.76	2	0.000
3	2021		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	40,212,909,347.64	3	0.000
4	2022		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	59,289,712,463.52	4	0.000
5	2023		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	78,366,515,579.40	5	0.000
6	2024		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	97,443,318,695.28	6	0.000
7	2025		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	116,520,121,811.17	7	0.000
8	2026		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	135,596,924,927.05	8	0.000
9	2027		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	154,673,728,042.93	9	0.000
10	2028	11,440,000,000.00	25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	7,636,803,115.88	162,310,531,158.81	10	0.000
11	2029		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	181,387,334,274.69	11	0.000
12	2030		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	200,464,137,390.57	12	0.000
13	2031		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	219,540,940,506.45	13	0.000
14	2032		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	238,617,743,622.33	14	0.000
15	2033		25,154,803,115.88	5,280,000,000	649,000,000	149,000,000	19,076,803,115.88	257,694,546,738.21	15	0.000

NO	YEAR	DISCOUNT FACTOR	CASH FLOW DISCOUNTED	CUMMULATIVE CASH FLOW
0	2018	1.00	-17017500000.00	-17,017,500,000.00
1	2019	0.91	17342548287.16	325,048,287.16
2	2020	0.83	15765952988.33	16,091,001,275.50
3	2021	0.75	14332684534.85	30,423,685,810.34
4	2022	0.68	13029713213.50	43,453,399,023.84
5	2023	0.62	11845193830.45	55,298,592,854.29
6	2024	0.56	10768358027.68	66,066,950,881.97
7	2025	0.51	9789416388.80	75,856,367,270.78
8	2026	0.47	8899469444.37	84,755,836,715.14
9	2027	0.42	8090426767.61	92,846,263,482.75
10	2028	0.39	2944318194.02	95,790,581,676.77
11	2029	0.35	6686303113.72	102,476,884,790.50
12	2030	0.32	6078457376.11	108,555,342,166.61
13	2031	0.29	5525870341.92	114,081,212,508.53
14	2032	0.26	5023518492.65	119,104,731,001.18
15	2033	0.24	4566834993.32	123,671,565,994.51

lampiran 40 Hasil Perhitungan Ekonomis KM. gunung Dempo

		SUBSIDI				
		8 \$/MMBTU	9 \$/MMBTU	10 \$/MMBTU	11 \$/MMBTU	12 \$/MMBTU
NPV (Net Present Value)	NPV > 0	10,428,551,686.58	-34,467,667,972.65	-49,606,191,395.90	-79,853,298,021.88	-110,100,404,647.86
IRR (Internal Rate of Return)	IRR> Inflation	21.09%	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
PP (Payback Period)	PP < Life Time	4.07	0.00	0.00	0.00	0.00
PI (Profitability Index)	PI > 1	1.61	-0.26	-2.71	-5.16	-7.60

		NON SUBSIDI				
		8 \$/MMBTU	9 \$/MMBTU	10 \$/MMBTU	11 \$/MMBTU	12 \$/MMBTU
NPV (Net Present Value)	NPV > 0	231,659,979,385.93	201,412,872,759.95	171,165,766,133.97	140,918,659,507.99	110,671,552,882.01
IRR (Internal Rate of Return)	IRR> Inflation	197.38%	173.79%	150.19%	127%	103%
PP (Payback Period)	PP < Life Time	0.51	0.57	0.66	0.79	0.97
PI (Profitability Index)	PI > 1	20.05	17.60	15.15	12.70	10.26

lampiran 41 Hasil Perhitungan Ekonomis KM. Labobar

		SUBSIDI				
		8 \$/MMBTU	9 \$/MMBTU	10 \$/MMBTU	11 \$/MMBTU	12 \$/MMBTU
NPV (Net Present Value)	NPV > 0	29,018,744,302.91	-8,730,698,715.81	-46,945,293,722.18	-85,159,888,728.56	-162,895,508,215.01
IRR (Internal Rate of Return)	IRR> Inflation	36.11%	-2.40%	#NUM!	#NUM!	#NUM!
PP (Payback Period)	PP < Life Time	2.66	0.00	0.00	0.00	0.00
PI (Profitability Index)	PI > 1	2.61	0.51	-1.65	-3.80	-8.18

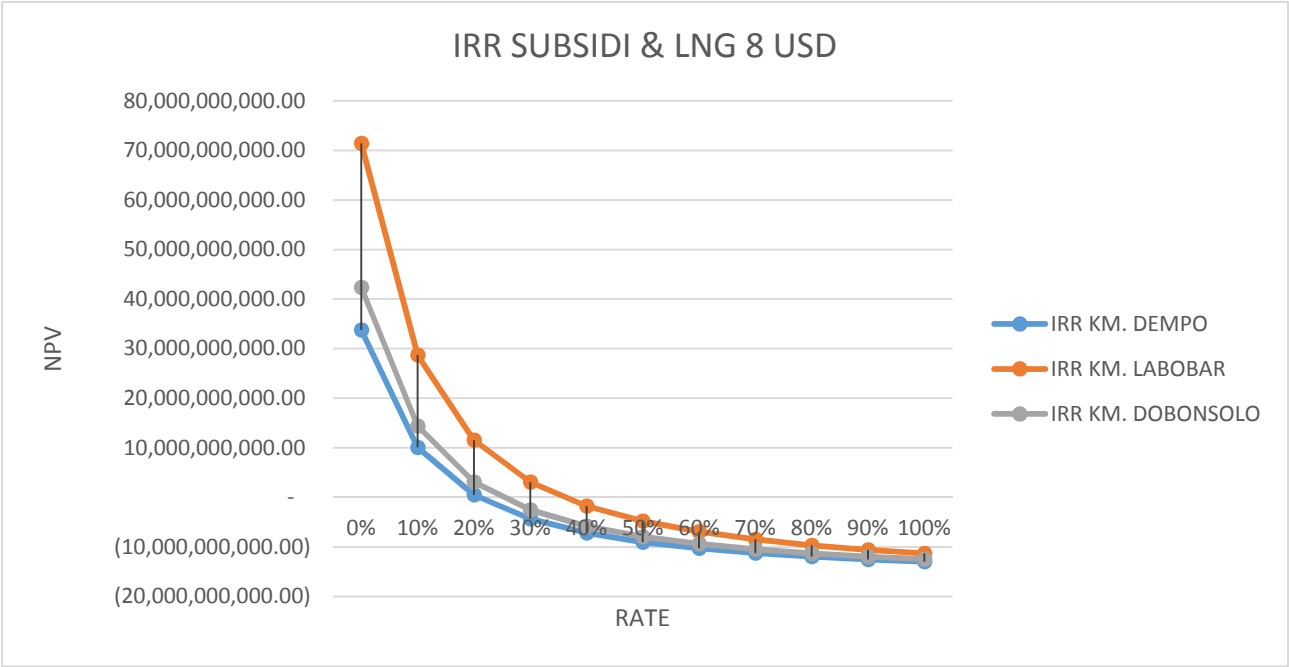
		NON SUBSIDI				
		8 \$/MMBTU	9 \$/MMBTU	10 \$/MMBTU	11 \$/MMBTU	12 \$/MMBTU
NPV (Net Present Value)	NPV > 0	231,659,979,385.93	270,195,515,619.11	231,980,920,612.73	193,766,325,606.36	155,551,730,599.98
IRR (Internal Rate of Return)	IRR> Inflation	197.38%	216.56%	188.25%	160%	132%
PP (Payback Period)	PP < Life Time	0.51	0.54	0.53	0.63	0.76
PI (Profitability Index)	PI > 1	20.05	16.22	14.07	11.92	9.76

lampiran 42 Hasil Perhitungan Ekonomis KM. Dobonsolo

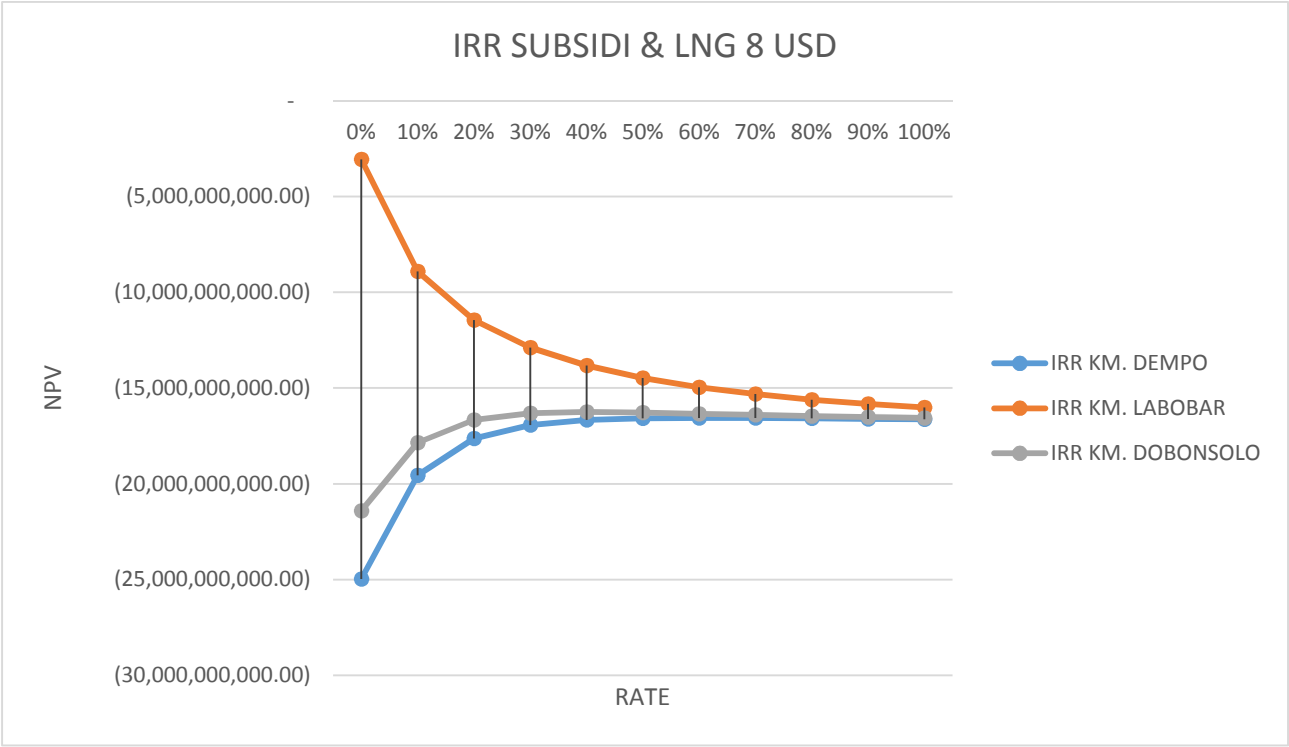
		SUBSIDI				
		8 \$/MMBTU	9 \$/MMBTU	10 \$/MMBTU	11 \$/MMBTU	12 \$/MMBTU
NPV (Net Present Value)	NPV > 0	15,057,575,100.17	-17,454,298,209.47	-50,282,323,506.76	-83,110,348,804.05	-115,938,374,101.35
IRR (Internal Rate of Return)	IRR> Inflation	25.37%	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
PP (Payback Period)	PP < Life Time	3.56	0.00	0.00	0.00	0.00
PI (Profitability Index)	PI > 1	1.88	-0.03	-1.95	-3.88	-5.81

		NON SUBSIDI				
		8 \$/MMBTU	9 \$/MMBTU	10 \$/MMBTU	11 \$/MMBTU	12 \$/MMBTU
NPV (Net Present Value)	NPV > 0	254,983,667,183.68	222,155,641,886.39	189,327,616,589.09	156,499,591,291.80	123,671,565,994.51
IRR (Internal Rate of Return)	IRR> Inflation	213.55%	188.18%	162.82%	1.37	1.12
PP (Payback Period)	PP < Life Time	0.47	0.47	0.61	0.73	0.89
PI (Profitability Index)	PI > 1	15.98	14.05	12.13	10.20	8.27

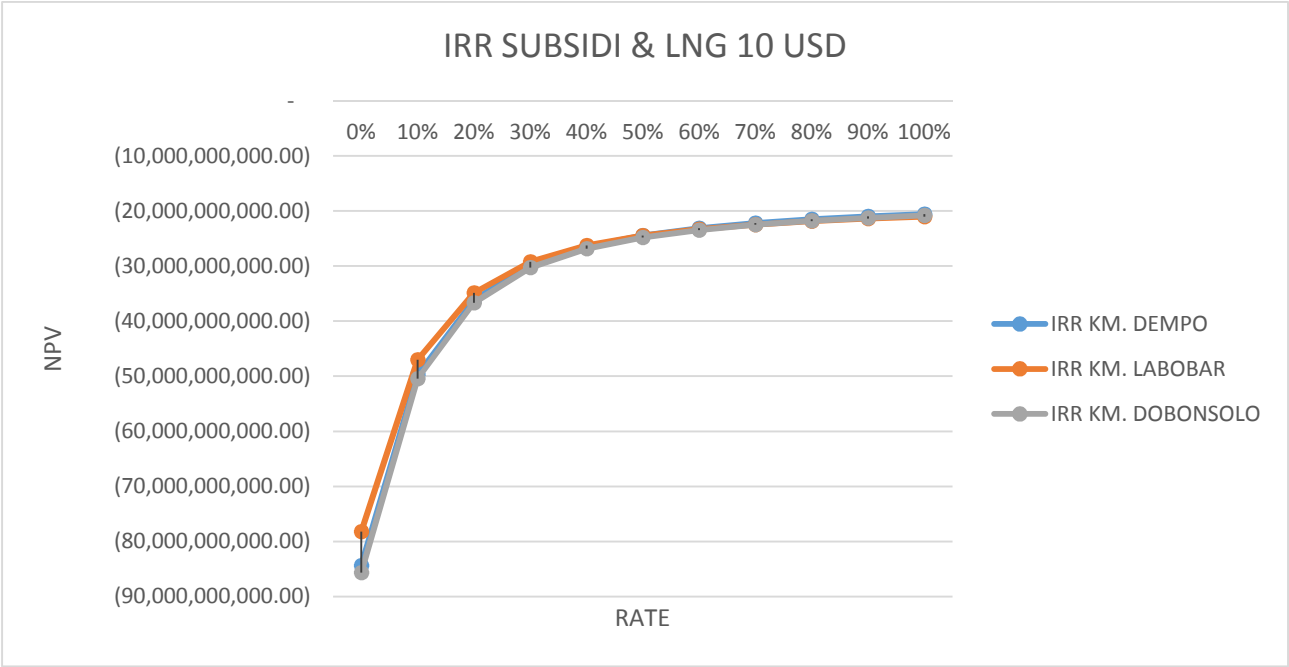
lampiran 43 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD subsidi dan LNG 8 USD



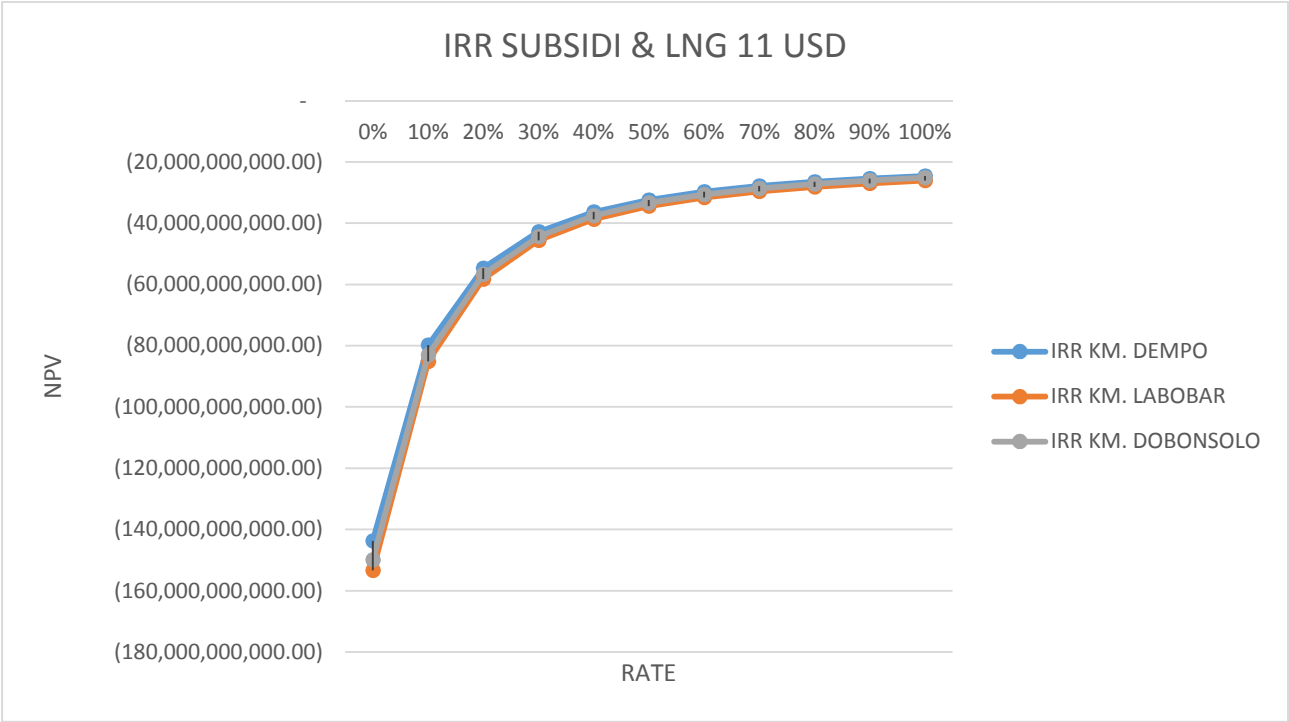
lampiran 44 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD subsidi dan LNG 9 USD



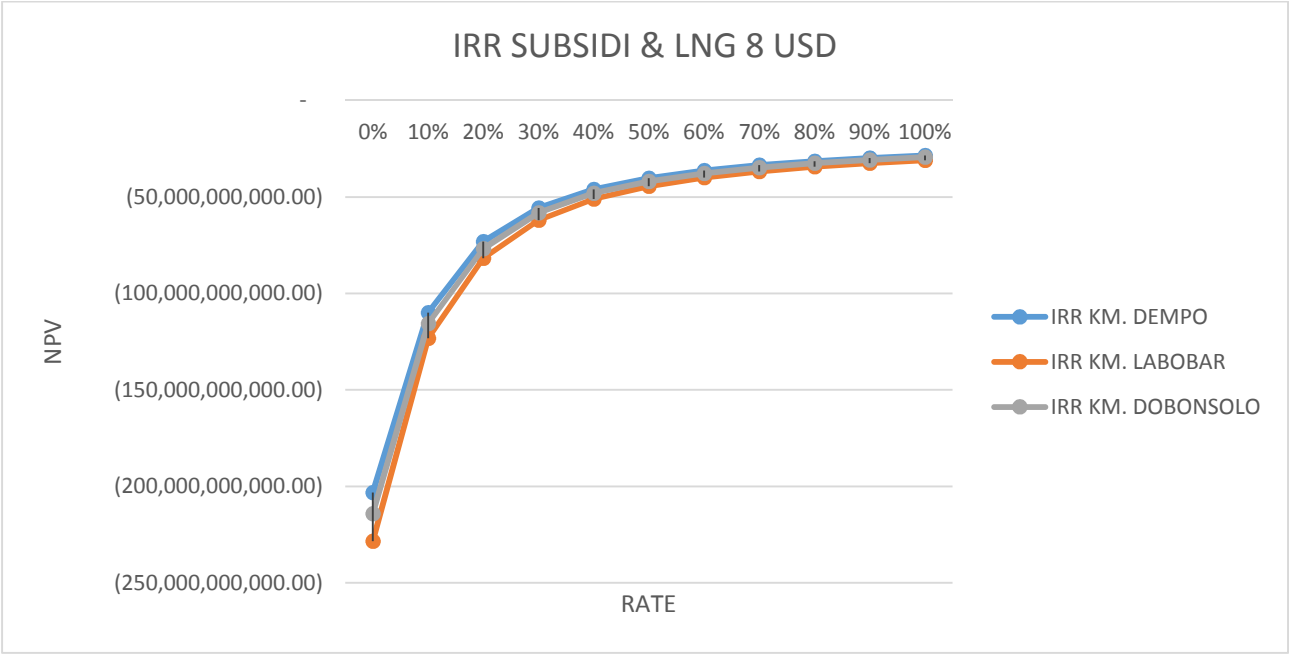
lampiran 45 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD subsidi dan LNG 10 USD



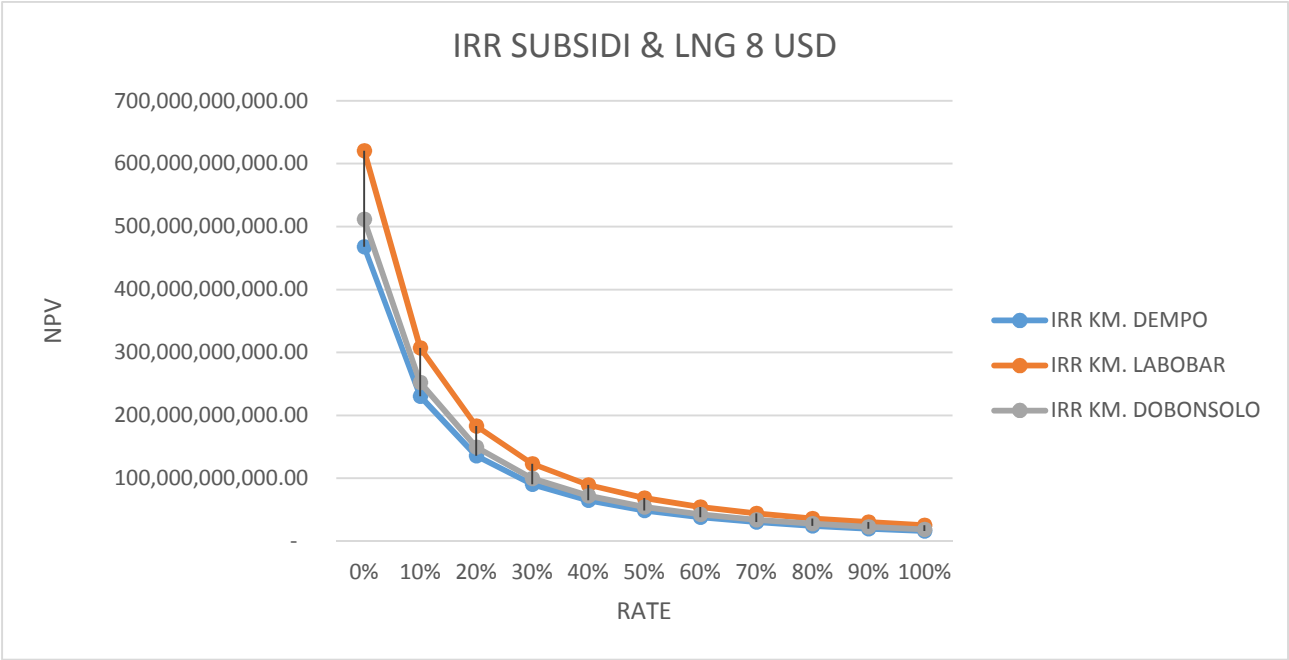
lampiran 46 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD subsidi dan LNG 11 USD



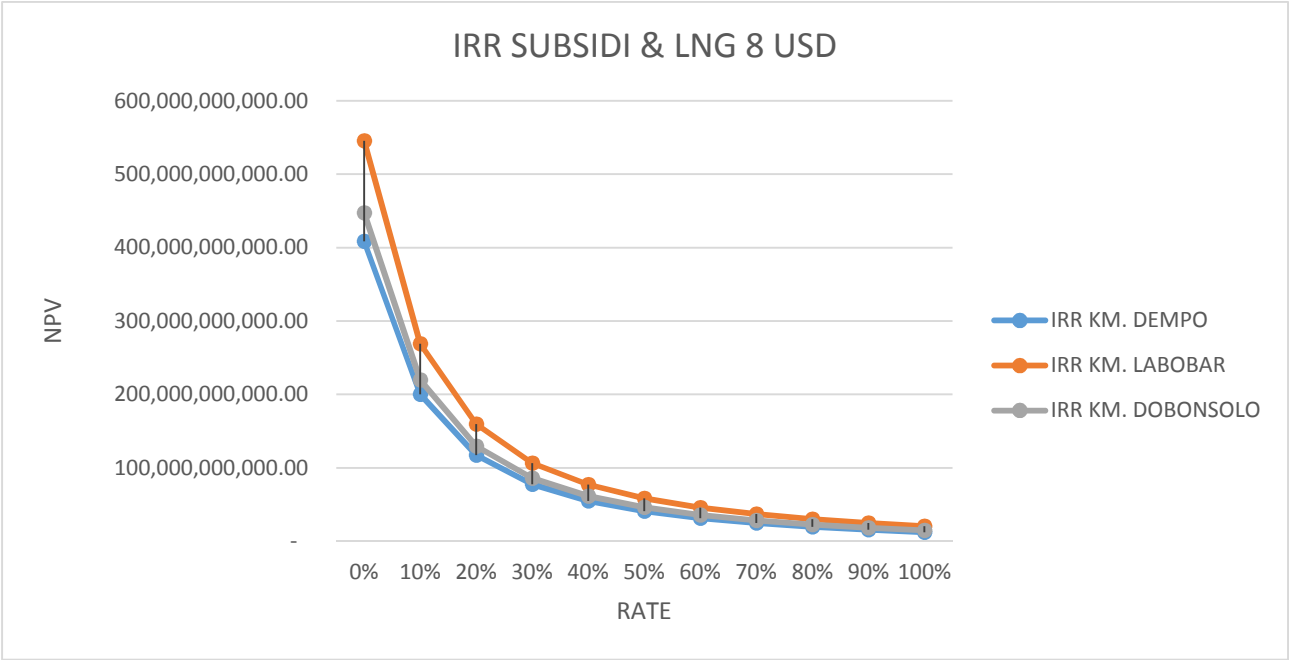
lampiran 47 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD subsidi dan LNG 12 USD



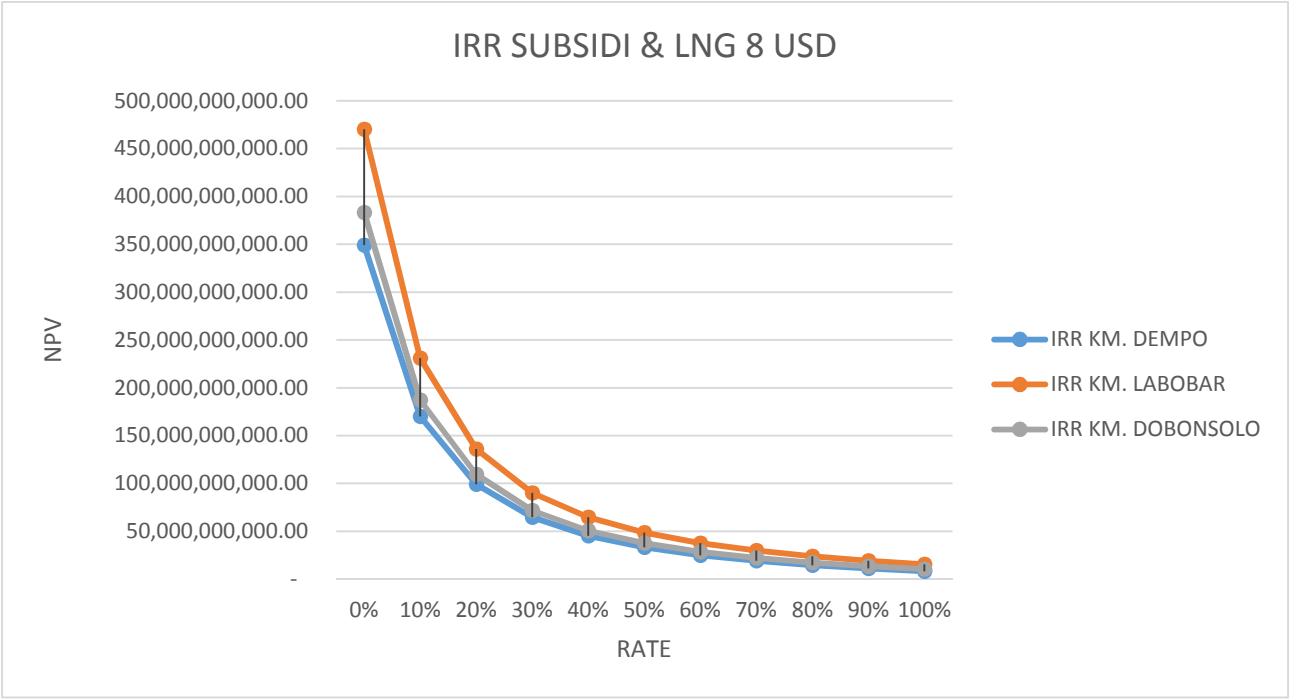
lampiran 48 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD nonsubsidi dan LNG 8 USD



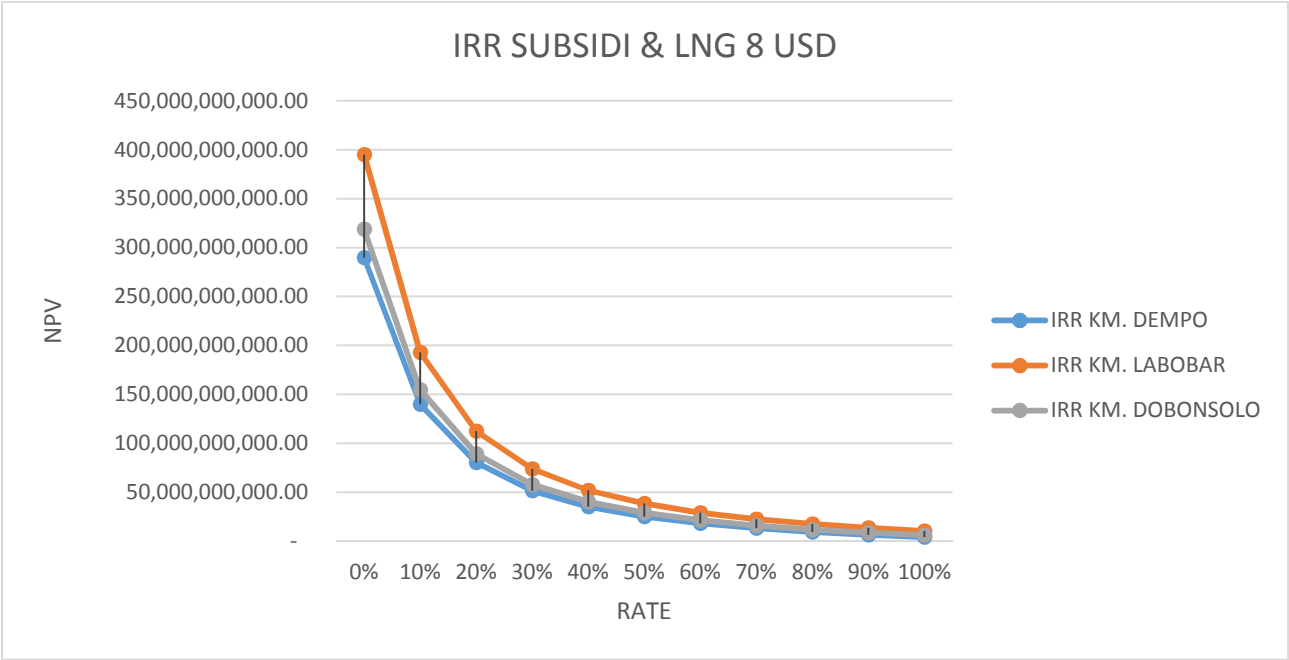
lampiran 49 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD nonsubsidi dan LNG 9 USD



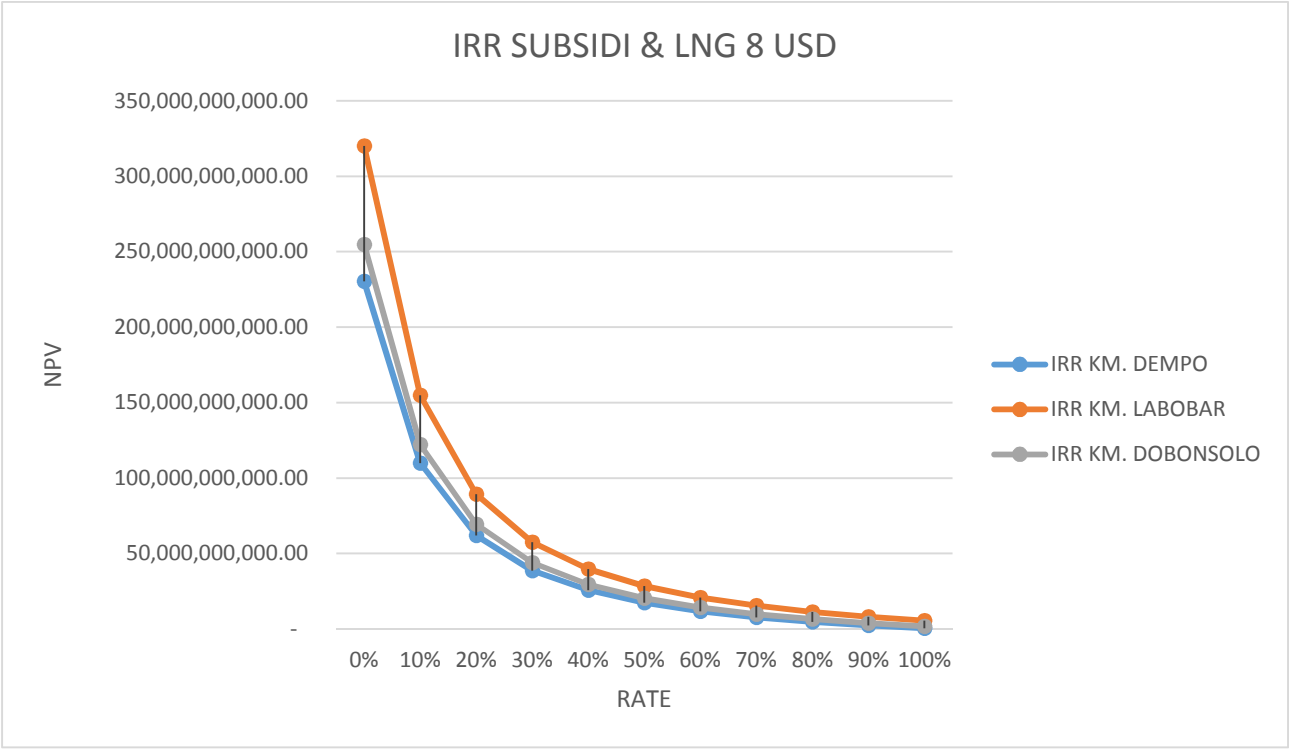
lampiran 50 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD nonsubsidi dan LNG 10 USD



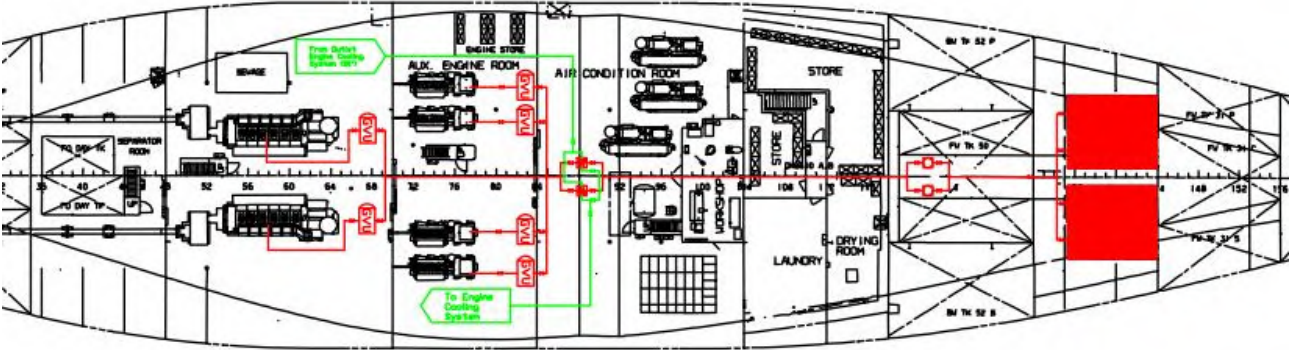
lampiran 51 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD nonsubsidi dan LNG 11 USD



lampiran 52 Grafik Internal Rate of Return menggunakan HSD nonsubsidi dan LNG 12 USD

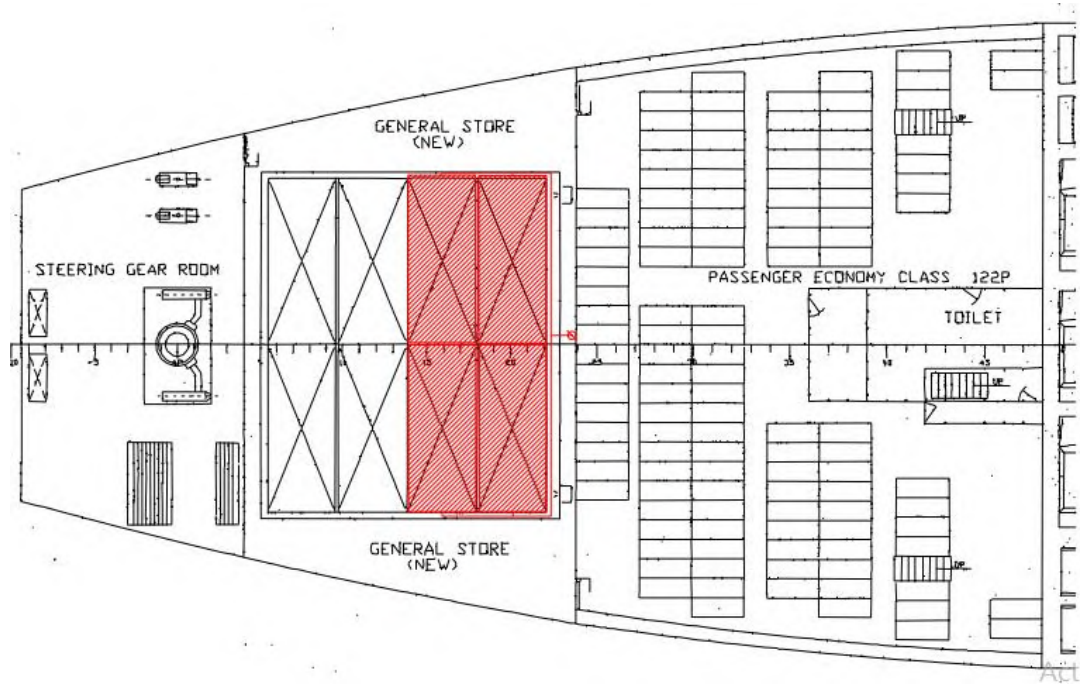


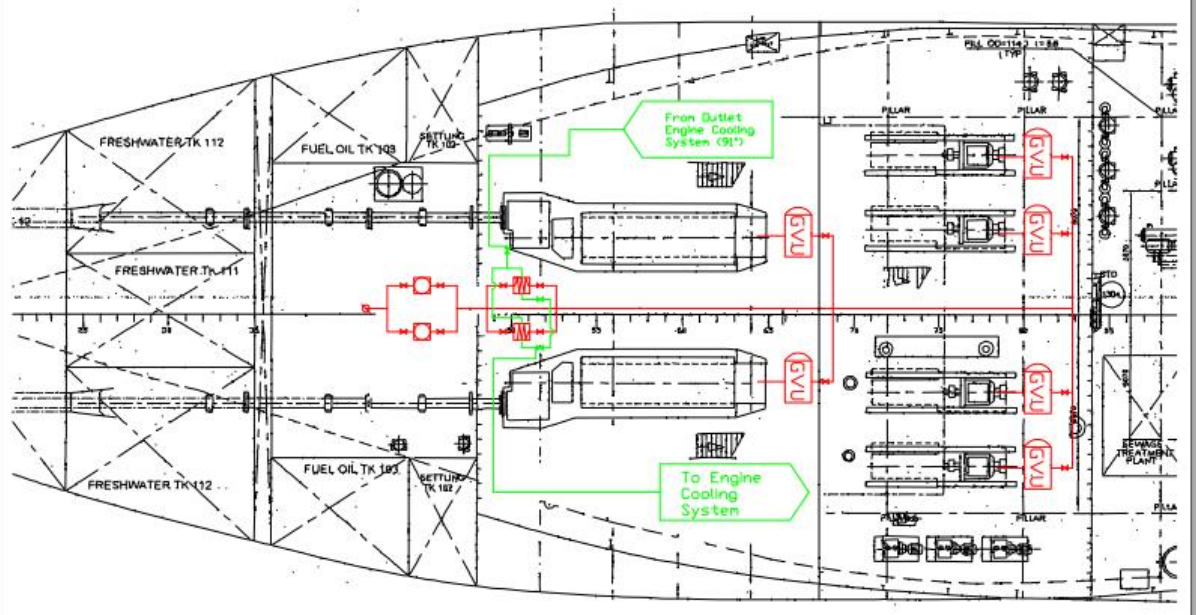
lampiran 53 Keyplan Dual Fuel system KM. Labobar



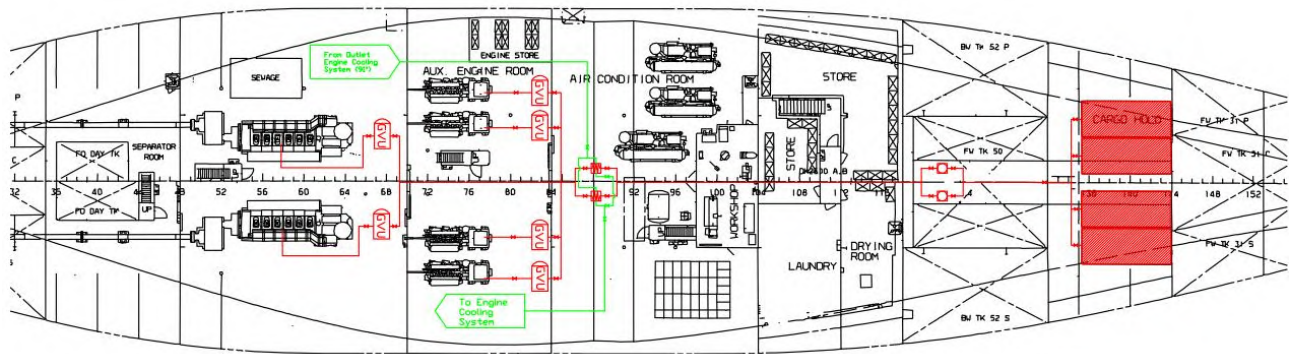
Antisipasi

lampiran 54 Keyplan Dual Fuel system KM. Dobonsolo





lampiran 55 Keyplan Dual Fuel system KM. Gunung Dempo





ASME certification 1.3mpa tubes and shell heat exchanger for sale

FOB Price: **US \$1,000 - 20,000 / Set** | [Get Latest Price](#)

Min. Order Quantity: **1 Set/Sets**

Supply Ability: **50 Set/Sets per Month**

Port: **Qingdao**

Payment Terms: **L/C,T/T**

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

[Start Order](#)

[Trade Assurance](#)

Please order online and pay to the designated bank account to get full protection.

Quick Details

Condition:	New, New	Place of Origin:	Shandong, China (Mainland)	Brand Name:	STRENGTH
Model Number:	Non-standard, Non-standard	Structure:	Tube Heat Exchanger	Liquid Flow Rate:	Customized
Maximum Working Pressure:	According local voltage	Voltage:	220V/380V	Weight:	Customized Made
Dimension(L*W*H):	Customized Made	Power(W):	Customized	Certification:	CCC, CE, CSA
Warranty:	One Year, 1 Year	After-sales Service Provided:	Engineers available to service...	Name:	ASME certification 1.3mpa t...
Color:	Customer's Request	Certificate:	ISO9001 CCC CE CSA ASME	Material:	Stainless Steel
Size:	Customer Requestion	Process:	Mould+precision Stamping+...	Shape:	Elliptical Dish Head

Packaging & Delivery

Packaging Details: Standard packaging or under customer's requirements



LNG cryogenic liquid piston pump

FOB Price: **US \$1,500 - 15,000 / Set** | [Get Latest Price](#)

Min.Order Quantity: **1 Set/Set**

Supply Ability: **10,000 Set/Set per Month**

Port: **China port**

Payment Terms: **L/C,T/T,Western Union**

[Contact Supplier](#)

[Leave Messages](#)

[Start Order](#)

[Trade Assurance](#)

6.Product table:

Model	Type	Flow Range L/h	Inlet Pressure Mpa	Max Pressure Mpa
TV-1500/250	Horizontal Triple Piston	1500	0.02-1.6	25.0
TV-2000/250		2000		
TV-2500/250		2500		
TV-3000/250		3000		

TABLE X1.1 Dimensions of Welded and Seamless Stainless Steel Pipe

NOTE 1—The decimal thickness listed for the respective pipe sizes represents their nominal or average wall dimensions.

NPS Designator	Outside Diameter		Nominal Wall Thickness							
	in.	mm	Schedule 5S ^a		Schedule 10S ^a		Schedule 40S		Schedule 80S	
			in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
1/8	0.405	10.29	...	...	0.049	1.24	0.068	1.73	0.095	2.41
1/4	0.540	13.72	...	...	0.065	1.65	0.088	2.24	0.119	3.02
3/8	0.675	17.15	...	...	0.085	1.85	0.091	2.31	0.128	3.20
1/2	0.840	21.34	0.065	1.65	0.083	2.11	0.109	2.77	0.147	3.73
3/4	1.050	26.67	0.065	1.65	0.083	2.11	0.113	2.87	0.154	3.91
1.0	1.315	33.40	0.065	1.65	0.109	2.77	0.133	3.38	0.179	4.55
1 1/4	1.660	42.16	0.065	1.65	0.109	2.77	0.140	3.56	0.191	4.85
1 1/2	1.900	48.26	0.065	1.65	0.109	2.77	0.145	3.68	0.200	5.08
2	2.375	60.33	0.065	1.65	0.109	2.77	0.154	3.91	0.218	5.54
2 1/2	2.875	73.03	0.083	2.11	0.120	3.05	0.203	5.16	0.276	7.01
3	3.500	88.90	0.083	2.11	0.120	3.05	0.216	5.49	0.300	7.62
3 1/2	4.000	101.60	0.083	2.11	0.120	3.05	0.226	5.74	0.318	8.08
4	4.500	114.30	0.083	2.11	0.120	3.05	0.237	6.02	0.337	8.56
5	5.563	141.30	0.109	2.77	0.134	3.40	0.258	6.55	0.375	9.52
6	6.625	168.28	0.109	2.77	0.134	3.40	0.280	7.11	0.432	10.97
8	8.625	219.08	0.109	2.77	0.148	3.76	0.322	8.18	0.500	12.70
10	10.750	273.05	0.134	3.40	0.165	4.19	0.365	9.27	0.500 ^b	12.70 ^b
12	12.750	323.85	0.156	3.96	0.180	4.57	0.375 ^b	9.52 ^b	0.500 ^b	12.70 ^b
14	14.000	355.60	0.156	3.96	0.188 ^b	4.78 ^b	...	...	...	...
16	16.000	406.40	0.165	4.19	0.188 ^b	4.78 ^b	...	...	...	...
18	18.000	457.20	0.165	4.19	0.188 ^b	4.78 ^b	...	...	...	...
20	20.000	508.00	0.188	4.78	0.218 ^b	5.54 ^b	...	...	...	...
22	22.000	558.80	0.188	4.78	0.218 ^b	5.54 ^b	...	...	...	...
24	24.000	609.60	0.218	5.54	0.250	6.35	...	...	...	...
30	30.000	762.00	0.250	6.35	0.312	7.92	...	...	...	...

^a Schedules 5S and 10S wall thicknesses do not permit threading in accordance with the American National Standard for Pipe Threads (ANSI B1.20.1).^b These do not conform to the American National Standard for Welded and Seamless Wrought Steel Pipe (ANSI B36.10–1979).



Indonesian Liquefied Natural Gas Monthly Price - US Dollars per Million Metric British Thermal Unit

Range 6m 1y 5y 10y 15y 20y 25y 30y

Nov 2015 - May 2016: -1.900 (-20.21 %)



Description: Natural Gas, Indonesian Liquefied Natural Gas in Japan, US Dollars per Million Metric British Thermal Unit

Unit: US Dollars per Million Metric British Thermal Unit

Currency: US Dollar

Harga BBM Baru Subsidi dan Nonsubsidi



Ket. *: harga per liter

Jenis	Harga Lama*	Harga Baru*
■ Pertamina	Rp 7,750	Rp 7,550
■ Pertamina Plus	Rp 8,650	Rp 8,450
■ Pertamina Dex	Rp 8,600	Rp 8,400
■ Pertalite	Rp 7,300	Rp 7,100
■ Solar/Biosolar non-subsidi	Rp 7,150 liter	Rp 6,950
■ Minyak tanah	Rp 2,500	Rp 2,500

Jenis	Harga Lama*	Harga Baru*
■ Premium	Rp 6,950	Rp 6,450
■ Solar	Rp 5,650	Rp 5,150

Sumber: Pertamina

FAKIRADAM SUMBER

khsblog.net

Point-point :

- Harga premium dari Rp 6.950 per liter menjadi Rp 6.450 per liter
- Harga solar turun menjadi Rp 5.150 per liter dari sebelumnya Rp 5.650 per liter
- Harga minyak tanah tetap Rp 2.500 per liter.
- Harga Pertamina, Pertamina Plus, Pertamina Dex, dan Pertalite sebagaimana tabel diatas.

Molecular Weight	Molecular weight : 16.043 g/mol
Solid phase	Melting point : -182.46 °C Latent heat of fusion (1,013 bar, at melting point) : 58.682 kJ/kg
Liquid phase	Liquid density (1.013 bar at boiling point) : 422.36 kg/m ³ Liquid/gas equivalent (1.013 bar and 15 °C (59 °F)) : 621.4 vol/vol Boiling point (1.013 bar) : -161.48 °C Latent heat of vaporization (1.013 bar at boiling point) : 510.83 kJ/kg
Critical point	Critical temperature : -82.59 °C Critical pressure : 45.99 bar Critical density : 162.7 kg/m ³
Triple point	Triple point temperature : -182.46 °C Triple point pressure : 0.117 bar
Gaseous phase	Gas density (1.013 bar at boiling point) : 1.816 kg/m ³ Gas density (1.013 bar and 15 °C (59 °F)) : 0.6797 kg/m ³ Compressibility Factor (Z) (1.013 bar and 15 °C (59 °F)) : 0.99802 Specific gravity : 0.555 Specific volume (1.013 bar and 25 °C (77 °F)) : 1.5227 m ³ /kg Heat capacity at constant pressure (Cp) (1.013 bar and 25 °C (77 °F)) : 0.0358 kJ/(mol.K) Heat capacity at constant volume (Cv) (1.013 bar and 25 °C (77 °F)) : 0.0274 kJ/(mol.K) Ratio of specific heats (Gamma:Cp/Cv) (1.013 bar and 25 °C (77 °F)) : 1.3062 Viscosity (1.013 bar and 0 °C (32 °F)) : 1.0245E-04 Poise Thermal conductivity (1.013 bar and 0 °C (32 °F)) : 30.57 mW/(m.K)
Miscellaneous	Solubility in water (1.013 bar and 2 °C (35.6 °F)) : 0.054 vol/vol Autoignition temperature : 595 °C

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari penelitian diatas diperoleh beberapa kesimpulan seperti dibawah ini :

1. Modifikasi sistem
 - a. Penambahan komponen pada fuel gas system terdiri dari LNG ISO Tank, pompa kriogenik, *Heat exchanger* dan *converter kit*.
 - b. Penentuan jumlah LNG tank berdasarkan konsumsi LNG dan tempat bunkering LNG. Jenis LNG tank yaitu ISO LNG Tank berukuran 20 ft. Untuk KM. Gunung Dempo berjumlah 6 buah, KM. Labobar berjumlah 7 buah dan KM. Dobonsolo berjumlah 6 buah. Akibat dari penambahan tanki tersebut maka harus ada pengurangan jumlah container, karena peletakan ISO LNG tank berada pada *cargo hold*.
2. Perbandingan konsumsi bahan bakar antara *single fuel* dan *dual fuel* dengan rasio 30:70 adalah
 - a. KM Gunung dempo jika menggunakan *single fuel* konsumsi bahan bakar sebesar 553,09 L HSD, jika menggunakan *Dual fuel* sebesar 165,927.95 L HSD dan 509.15 m³ LNG.
 - b. KM. Labobar jika menggunakan *single fuel* konsumsi bahan bakar sebesar 698.78 L HSD, jika menggunakan *Dual fuel* sebesar 209,635.18 L HSD dan 643.26 m³ LNG.
 - c. KM. Dobonsolo jika menggunakan *single fuel* konsumsi bahan bakar sebesar 571.64 L HSD, jika menggunakan *Dual fuel* sebesar 171,491. 46 L HSD dan 526.22 m³ LNG.
3. Analisa Ekonomis

- a. Analisa dilakukan dengan memvariasikan harga bahan bakar yaitu HSD subsidi dan HSD non Subsidi, serta harga LNG 8 USD, 9 USD, 10 USD, 11 USD DAN 12 USD.
- b. Kisaran investasi untuk modifikasi *dual fuel* sebesar 16 – 18 Milyar.
- c. Pada variasi HSD Rp. 5,150,- dan LNG 8 USD didapat NPV Rp. 10,428,551,686,58,-, IRR 21.09 % dan *payback periode* pada tahun ke 4.

5.2 Saran

Dari penelitian diatas dapat disarankan untuk :

1. Membuat desain sistem secara 3D untuk pertimbangan peletakan komponen – komponen tambahan.
2. Harga yang tercantumkan selalu berubah sehingga disarankan untuk mengikuti perkembangan harga LNG dan HSD.
3. Disarankan untuk menggunakan CNG karena tidak perlu menggunakan *heat exchanger* untuk proses regasifikasi.
4. Perlu adanya analisa keselamatan terhadap penggunaan bahan bakar gas apa da kapal penumpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu bakar, Rosli., dkk. *Application of Natural Gas for Internal Combustion Engines, Advances in Natural Gas Technology*.
- Brachetti, Jurgen. (2010). *Dual fuel The best fuel in the most efficient engine*. NGVA Europe, p. 2-5.
- “Dual fuel Engine Gas Fuel Conversion Technology”. (2014) JFE Technical Report. p. 78-80.
- Fitriana, Arrifah. 2014. “TECHNICAL AND ECONOMIC REVIEW OF *DUAL FUEL* INSTALLATION ON THE TUG BOAT OF PT. PELABUHAN INDONESIA II”.
- Fitra, Rizqi. 2015. “STUDI KELAYAKAN KONVERSI *DIESEL ENGINE* BERBAHAN BAKAR MINYAK MENJADI *DUAL FUEL DIESEL ENGINE* PADA KAPAL CONTAINER 368 TEU”.
- Handout mata kuliah Kriteria Bisnis, Departemen Agribisnis IPB.
- J.E Sinor, *Comparison of CNG, and LNG technologies for Transportation Applications*, National Renewable Energy Laboratory, 1992
- Kern, D.Q, 1983. *Process Heat Transfer*. New York : McGraw-Hill International Book Company.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Alat Pemindah panas*.
- Mulyatno, Pujo Imam, dkk. *Kajian Eksperimental Unjuk Kerja Dual fuel Engine Hasil Modifikasi Dari Diesel Engine*. KAPAL- Vol. 10, No.2 Juni. Pp. 98. 2013
- Ojutkangas, Mika. 2012. *Dual fuel Engine Development and design*. Wartsila Ship Power
- Park, Talus. 1999. “*DUAL FUEL CONVERSION OF A DIRECT INJECTION DIESEL ENGINE*”
- Peraturan Presiden RI Nomor 5 Tahun 2006, Kebijakan Energi Nasional.
- Pujawan, Nyoman. 2012. *Ekonomi Teknik*. Surabaya : Guna Widya

- Potapov, Vladimir. 2012. DF Integrated Propulsion Systems and LNG Pack. Wartsila
- Rochyana, Mochamad Furqon., dkk. MDO and LNG as Fuels (Duel Fuel) to Support Sustainable Maritime Transport (A Case Study in KM. Ciremai). IRJES, vol 3, 2014, pp. 32-38
- Santoso, Budi Nurhadi. 2014. Pemanfaatan LNG Sebagai Sumber Energi di Indonesia. Jurnal Rekayasa Proses. Volume 8, No 1.
- Yang, Barry. 2014. LNG Pack a Complete Solution for LNG fuelled Ships. Wartsila Ship Power
- Zoglia, Piero. 2013. Gas Storage and Supply Systems. Wartsila Ship Power
- ASTM International. Standard Specification for Seamless and welded Austenitic Stainless Steel Pipes.
- Comap *Diesel Dual fuel* Conversion Systems. Brosur PT. Power Service Indonesia. Bogor, Indonesia.
- MAK M43 C Project Guide. 2008. Caterpillar Motoren GmbH & Co. KG
- Wartsila 50DF Product Guide. 2014. Wartsila
- http://www.financeformulas.net/Net_Present_Value.html, diakses tanggal 5 Januari 2015

BIODATA PENULIS



Penulis, Esqy Dhiyaul Fuady dilahirkan di Banyuwangi pada tanggal 17 Mei 1994. Penulis bertempat tinggal di Rt 07 – Rw 01 Dusun Krajan 1 Desa Tegalsari Kec. Tegalsari Kab Banyuwangi. Pendidikan formal penulis dimulai di MI Nahdlatul Ulama Tegalsari, SMP Bustanul Makmur Genteng, SMA Negeri 1 Genteng – Banyuwangi dan penulis melanjutkan pendidikannya di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS

pada tahun 2012 dan terdaftar sebagai mahasiswa aktif dengan NRP 4212 100 082. Di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, penulis mengambil bidang studi Marine Power Plan (MPP). Selain mengikuti perkuliahan, penulis aktif sebagai staff Media Informasi Himpunan Sistem Perkapalan pada tahun kepengurusan 2013/2014. Penulis juga aktif dalam komunitas sosial diluar kampus.